

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ”-ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА МЕДИЦИНСКИ НАУКИ
СТУДИИ ПО ФАРМАЦИЈА



**ОПШТА И НЕОРГАНСКА ХЕМИЈА за
студентите на студиите по ФАРМАЦИЈА**

***ПРАКТИКУМ ЗА ЛАБОРАТОРИСКИ И ТЕОРЕТСКИ
ВЕЖБИ***

проф. д-р Рубин Гулабоски

подготвиле:

Mr pharm. Даринка Ѓоргиева

Mr pharm. Катарина Смилков

Mr.Sci. Pharm., Александар Цветковски

Штип, септември 2010 год.

Содржина:

1. Вежба бр.1:

Хемиска номенклатура на неоргански соединенија;

2. Вежба бр.2:

Мерење и мерни единици;

Релативна атомска и молекулска маса; Авогадров број и Авогадрова константа; Пресметувања врз основа на хемиски формули; Масени удели; Количински удели; Гасни закони, равенка за идеални гасови, пресметување

3. **Вежба бр.3:** 1-Лабораториски Термин: Запознавање со Лабораторијата и со правилата за работа во лабораторијата: што смее да се прави а што не, задолжително носење на лабораториски мантил...

-почетни вежби за вагање, мерење на волумен со помош на мензура, пипетирање, титрирање со бирета, филтрирање, мерење на pH со лакмусова хартија.

4. Вежба бр.4:

Хемиски реакции, хемиски равенки, редокс реакции, оксидо-редукциско израмнување; Пресметување врз основа на хемиска равенка, Пресметки врз база на лимитирачки реагенси

5. Вежба бр.5:

2-Лабораториски термин:

А) *Определување на густина на раствори*

а) на чиста вода б) на раствор на 10 г на Натриум хлорид во 100 mL вода
в) на раствор составен од 10 mL вода + 10 mL метанол г) определување на густина на цврсто тело (камен, варовник, метал и сл). со метод на потопување на цврстото тело во мензура во која има течна вода

Б) *Подготвување и разредување на раствори*

а) спремање на раствор на натриум хлорид со точна концентрација б)
спремање на 0.1 mol/L раствор на Хлороводородна киселина од 36% раствор на концентрирана хлороводородна киселина со дадена густина в) разредување на раствор-од 1 моларен да се направи 0.05 моларен раствор и сл.

6. Вежба бр.6:

3-Лабораториски термин: *Хемиски реакции*

-реакции на талочење

-реакции на добивање на комплексни соединенија

-реакции на неутрализација

-редокс реакции

-Редокс титрации-Определување на аскорбинска киселина со титрација со Јод

7. Вежба бр. 7:

Пресметковни вежби од Раствори, количинска и масена концентрација, масен удел, разредување на раствори;

8. Вежба бр.8:

4-Лабораториски термин:

-Термохемија-определување на топлинските ефекти при хемиските реакции

-енергетика при реакции на неутрализација

-енергетика при редокс реакции

-енергетика при растворање на киселини, бази и соли во вода.

9. Вежба бр. 9:

Концепт на киселост и рН; Хемиска рамнотежа; Пуфери;

10. Вежба бр. 10:

5-Лабораториски термин: А) *Хидролиза*-да се следат промените во рН при растворање на натриум хлорид, амониум хлорид, и натриум ацетат во вода.

Б) *спремање на пуфери*-да се приготват 0.1 мол/Л ацетатен и амонијачен пуфер и да се измери рН на растворите во тие пуфери, потоа да се додадат мали количини на јака база или јака киселина во таквите пуфери и пак да се следи рН.

Вежба бр.1

ХЕМИСКА НОМЕНКЛАТУРА НА НЕОРГАНСКИ СОЕДИНЕНИЈА

МЕРЕЊЕ И МЕРНИ ЕДИНИЦИ

1.1 Хемиска номенклатура на неоргански соединенија

Хемиските елементи се чисти супстанции составени од идентични атоми или молекули. Хемиските соединенија се комбинација од два или повеќе елементи. Квалитативниот и квантитативниот состав на соединенијата се изразува преку хемиски формули.

Пример H_2O_2 :

- квалитативна информација: водородниот пероксид е изграден од водород и кислород;
- квалитативна информација: водородниот пероксид содржи два атоми водород и два атоми кислород. Односот на количествата е одреден со стехиометриските индекси 2:2.

За да можеме да напишеме хемиска формула на одредено соединение потребно е да се познава:

-Валентност (полнежот на јоните)

Валентноста на некој атом е определена од бројот на електрони што атомот ги ангажира за образување на хемиски врски.

Правила при пишување хемиски формули

-Металите обично формираат позитивни моноатомски јони

Група IA=> +1

Група IIA=> +2

максималната позитивна валентност на металните јони е еднаква на групаA.

-Неметалите формираат негативни моноатомски јони

Група VIA=> -2

Група VIIA=> -1

Максималната негативна валентност на анјоните е 8-групаA

-Соединенијата се електронеутрални, т.е. збирот на производите од оксидациските броеви и стехиометриските индекси на елементите во едно соединение е еднаков на нула.

Правила за номенклатура на најчестите типови неоргански соединенија

1. Оксиди (соединенија на хемиски елементи со кислород)

- валентноста на кислородот секогаш е -2

- оксидациската состојба на металите од првата група (алкалните метали) секогаш е +1

- оксидациската состојба на металите од втората група (земноалкалните метали) секогаш е +2

-ако елементот што гради оксид има една валентност, тогаш таа не се чита бидејќи се подразбира; во случај да елементот што гради оксид има

повеќе валентни состојби, тогаш мора да се нагласи неговата валентност

- прво се чита името на елементот, потоа неговата валентност и на крај се додава зборот оксид

Пример: CaO калциум оксид; FeO железо(II)оксид; CO јаглерод(II)оксид (јаглерод моноксид); CO₂ јаглерод(IV)оксид (јаглерод диоксид);

2. Хидроксиди (соединенија на метали со –OH групата

- во хидроксидите полнежот на OH групата секогаш е -1

-името се образува така што прво се кажува името на металот, потоа неговата валентност и на крај зборот хидроксид

Пример: NaOH натриум хидроксид; Mg(OH)₂ магнезиум хидроксид; Fe(OH)₃ железо(III)хидроксид;

3. Киселини (соединенија што во вода дисоцираат и даваат H⁺ (водороден протон) како катјон и киселински остаток како анјон -во киселините валентноста на водородот секогаш е +1

3.1. Безкислородни киселини (киселини што не содржат кислород во својот состав)

-имињата на овие киселини се добиваат кога на името на елементот што ја гради киселината се додава –ИДНА КИСЕЛИНА (или ОВОДОРОДНА КИСЕЛИНА)

Пример: Безкислородна киселина на хлор е HCl и се вика хлорИДНА или хлорОВОДОРОДНА КИСЕЛИНА)

HCl дисоцира во вода на: H⁺ (водороден протон) и киселински остаток Cl⁻ (хлорИД)

Безкислородна киселина на флуор е HF и се вика флуорИДНА или флуорОВОДОРОДНА КИСЕЛИНА)

HF дисоцира во вода на: H⁺ (водороден протон) и киселински остаток F⁻ (флуорИД)

Безкислородна киселина на сулфур е H₂S и се вика сулфИДНА или сулфурОВОДОРОДНА КИСЕЛИНА)

H₂S дисоцира во вода на: H⁺ (водороден протон) и киселински остаток S²⁻ (сулфИД)

3.2. Кислородни киселини (киселини што покрај водородот и некој друг елемент содржат и кислород во својот состав)

-името на основната кислородна киселина на секој елемент се добива кога на името на елементот што ја гради киселината се додаде наставката –АТНА КИСЕЛИНА (или –НА или –ОВА КИСЕЛИНА)

Пример: основната кислородна киселина на хлор има формула HClO₃ и се вика хлорАТНА КИСЕЛИНА (или хлорНА КИСЕЛИНА)

HClO₃ дисоцира во вода на: H⁺ (водороден протон) и киселински остаток ClO₃⁻ (хлорАТ)

- HClO_3 хлорНА киселина
- HIO_3 јодНА киселина
- HBrO_3 бромНА киселина
- H_2SO_4 сулфурНА киселина
- H_2SeO_4 селеноВА киселина
- H_6TeO_6 телурНА киселина
- HNO_3 азотНА киселина
- H_3PO_4 фосфорНА киселина
- H_3AsO_4 арсеноВА киселина
- H_3SbO_4 антимонОВА киселина
- H_2CO_3 јаглеродНА киселина
- H_4SiO_4 силициумОВА киселина
- H_2SnO_3 калајНА киселина
- H_3BO_3 борНА киселина
- H_2CrO_4 хромНА киселина
- H_2MnO_4 манганОВА киселина

-Кислородните киселини кои имаат еден кислороден атом повеќе од основната кислородна киселина го формираат своето име кога се додава префиксот -ПЕР пред името на основната кислородна киселина

Пример: основна киселина на хлорот е HClO_3 –хлоратна или хлорна киселина

HClO_3 е ПЕРхлоратна или ПЕРхлорна киселина (киселинскиот остаток е ClO_4^- перхлорат)

-Кислородните киселини кои имаат еден кислороден атом помалку од основната кислородна киселина го формираат своето име кога се додава наставката ИТНА (или ЕСТА) КИСЕЛИНА кон името на елементот што ја формира киселината

Пример: основна киселина на хлорот е HClO_3 –хлоратна или хлорна киселина

HClO_2 е хлорИТНА или хлорЕСТА КИСЕЛИНА (киселинскиот остаток е ClO_2^- хлорит)

4. Соли (соединенија што се добиваат при реакција на киселини и бази; во солите учествуваат металните јони од базите и киселинските остатоци од киселините)

Пример: AgCl сребро нитрат

FeCl₂ железо II хлорид

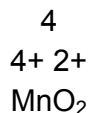
Ca(NO₃)₂ калциум нитрат

Na₂SO₄ натриум сулфат

(NH₄)₂S амониум сулфид

Пример: Го имаме името на солта, оксидот или базата и треба да ја напишеме хемиската формула: Манган IV оксид

Најпрво ги пишуваме хемиските симболи за манган и кислород. Од даденото име знаеме дека манганот е со валентност 4+, а пак во оксидите кислородот има валентност 2-, која се пишува над нивните симболи. Бидејќи знаеме дека соединенијата треба да бидат електронеутрални, треба да најдеме најмал заеднички содржател за 4 и за 2, а тоа е 4. Со најмалиот заеднички содржател ги делиме валентностите на манган и кислород, со цел да се добијат стехиометриските индекси кај манган и кислород со што веќе може да се напише формулата на даденото соединение.



1.2 Мерење и мерни единици

Основни математички операции потребни за решавање на хемиски задачи

- скратено запишување на броеви како степени со основа 10

Бројот 1000 запишан скратено е 10^3 (броиме колку нули има бројот, бројот на нулите го дава степеновиот показател на основата 10)

$$1000 = 1 \cdot 10^3 \text{ или само } 10^3$$

Бројот 5300000 запишан скратено е $5,3 \cdot 10^6$ (броиме колку места има после првата цифра од бројот и тоа е степеновиот показател на основата 10)

$$5300000 = 5,3 \cdot 10^6$$

Бројот 0,00001 запишан како степен со основа 10 е $1 \cdot 10^{-5}$ (броиме колку вкупно нули има до првата цифра што не е нула, вклучувајќи ја и нулата пред децималната запирка, и тоа ќе ни биде степеновиот показател но со негативен предзнак, бидејќи се работи за децимален број помал од 1)

$$0,00001 = 1 \cdot 10^{-5}$$

$$0,000000053 = 5,3 \cdot 10^{-8}$$

-множење на степени со исти основи

Се врши така што основата на степените 10 се препишува, додека степеновите показатели се собираат: $10^3 \times 10^4 = 10^7$; $10^3 \times 10^{-5} = 10^{-2}$

-делење на степени

$10^x/10^y = 10^x \times 10^{-y} = 10^{-(y-x)}$ пример: $10^3/10^5 = 10^3 \times 10^{-5} = 10^{-2}$

-собирање на степени

Бројот $10^x = 1 \cdot 10^x$; $10^x + 10^x = 2 \cdot 10^x$; значи $10^2 + 10^2$ (10^2 е всушност $1 \cdot 10^2 = 100$) $100 + 100 = 200$ или $2 \cdot 10^2$

-други операции со степени

бројот $1/10^3 = 10^{-3}$ значи $1/10^x = 10^{-x}$

бројот $1/10^{-3} = 10^3$ значи $1/10^{-x} = 10^x$

- **Мерењето** е процес во кој со физички експеримент се споредува дадена величина со некоја нејзина вредност земена за единица. Секоја физичка величина е одредена со производот на мерниот број и мерната единица.

- SI систем е меѓународно прифатен систем на физички величини и мерни единици.

Основни физички величини и SI-единици:

физичка величина	симбол	основна SI единица	симбол
должина	l	метар	m
маса	m	килограм	kg
време	t	секунда	s
електрична струја	I	ампер	A
термодинамичка температура	T	келвин	K
количество супстанција	n	мол	mol
интензитет светлина	Iv	кандела	cd

- Мол е она количество супстанција со дефинирана хемиска формула која содржи исто толку единици колку што има атоми во точно 0,012 kg изотоп јаглерод C^{12} .

Изведени физички величини и SI-единици:

физичка величина	симбол	SI-единица
волумен	V	m^3
густина	ρ	kg/m^3

- единица за волумен во SI-системот е кубен метар, (m^3) изведена врз основа на основната единица должина. Прифатена е и употребата на литар како единица мерка: $1 \text{ литар (l)} = 1 \text{ dm}^3$

- густината на некоја супстанција се дефинира како маса на супстанцијата при дадена температура во единица волумен (густина = маса/волумен).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Густината зависи од температурата, така да секогаш во податоците за густина мора да е нагласена и температурата при која таа е измерена.
 - Во хемијата се користи и поимот релативна густина (релативна густина е односот на густината на таа супстанција при одредена температура, спрема густината на водата при истата или некоја друга температура):

$$d = \rho / \rho_0$$

Префикси кои се употребуваат во меѓународниот систем на единици:

префикс	симбол	значење	префикс	симбол	значење
деци	d	1×10^{-1}	дека	da	1×10^1
центи	c	1×10^{-2}	хекто	h	1×10^2
мили	m	1×10^{-3}	кило	k	1×10^3
микро	μ	1×10^{-6}	мега	M	1×10^6
нано	n	1×10^{-9}	гига	G	1×10^9
пико	p	1×10^{-12}	тера	T	1×10^{12}
фемто	f	1×10^{-15}	пета	P	1×10^{15}
ато	a	1×10^{-18}	екса	E	1×10^{18}

Претварање на основни во помали и поголеми единици:

Се тргнува од релацијата што ги поврзува единиците на основната со единиците во кои треба да бидат претворени.

Пример: Колку dm^3 има во 500m^3

$1\text{m} = 10\text{dm}$ / кубирање на бројната вредност и единицата и на двете страни (степеновиот показател=3)

$$(1\text{m})^3 = (10\text{dm})^3$$

се прави пропорција:

$$1\text{m}^3 = 10^3\text{dm}^3$$

$$500\text{m}^3 = x \text{ dm}^3$$

$$x = 500\text{m}^3 \times 10^3\text{dm}^3 / 1\text{m}^3$$

$$x = 500 \times 10^3\text{dm}^3 = 5 \times 10^2 \times 10^3\text{dm}^3 = 5 \times 10^5\text{dm}^3$$

Задачи:

1. Изразете го волуменот 1 m^3 во единиците: dm^3 , cm^3 , mm^3 .

$$1\text{m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$

2. Изразете ја масата 1g во kg , mg и μg .

$$1\text{g} = 10^{-3}\text{kg} = 10^3 \text{ mg} = 10^6 \mu\text{g}$$

3. Пресметајте ја густината на тело со маса 81g и волумен 30 cm^3 .

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{81\text{g}}{30\text{cm}^3} = 2.7\text{g/cm}^3 \text{ или изразено во SI-единици } 2.7\text{g/cm}^3 = 0.027\text{kg/m}^3.$$

4. Колкав волумен зазема 1 kg жива при 20°C ако густината на живата при таа температура е 13,5462 g cm⁻³.

$$V=m/\rho = 1000 \text{ g}/13,546 \text{ g cm}^3 = 73,82 \text{ cm}^3$$

5. Густината на чистото железо при собна температура е 7,87 g cm⁻³. Пресметајте ја неговата густина во g/ml.

$$1\text{l} = 1\text{dm}^3 \quad 1\text{ml} = 1\text{cm}^3$$
$$\rho = 7,87 \text{ g/ml}$$

6. Одмерна тиквица содржи 500 g вода при 20° C. Во истата тиквица се собира 786 g раствор на сулфурна киселина. Пресметајте ја густината на сулфурната киселина ако густината на водата при 20°C е 0,99823 g cm⁻³

$$500 : 0,998 = 786 : x$$
$$x = 1,569 \text{ g cm}^{-3}$$

Вежба бр. 2

РЕЛАТИВНА АТОМСКА И МОЛЕКУЛСКА МАСА

ХЕМИСКА ФОРМУЛА,

ПРЕСМЕТКИ ВРЗ ОСНОВА НА ХЕМИСКА

ФОРМУЛА

2.1. Релативна атомска и молекулска маса, мол

Релативна атомска маса на елементот (A_r) е број кој покажува колку пати просечната маса на атомот на некој елемент е поголема од унифицираната атомска единица за маса. A_r е бездимензионална величина.

Единицата за мерење на масите на атомите се нарекува атомска единица за маса. Атомска единица за маса е $1/12$ од масата на атомот на изотопот на јаглеродот C^{12} . Симболот на атомската единица за маса е u .
 $u = 1/12 m(C^{12})$ (се мери во грами)

Релативна молекулска маса (M_r) е број кој покажува колку пати молекулската маса на некое соединение е поголема од атомската единица за маса.

Релативната молекулската маса се добива со собирање на релативните атомските маси на елементите кои ја сочинуваат соодветната молекула на соединението помножени со соодветните стехиометриски коефициенти.

Пример :

1. Пресметајте ја молекулската маса на фосфорната киселина.

$$M(H_3PO_4) = A(H) + A(P) + A(O) = 3 \times 1 + 30,973 + 4 \times 15,999 = 97,97$$

Една од најзначајните величини во хемијата е физичката величина количество супстанција (n). Оваа величина го покажува бројот (множеството) на ист вид единки во одреден систем.

Мол е она количество супстанција со дефинирана хемиска формула која содржи исто толку единки колку што има атоми во точно $0,012 \text{ kg}$ изотоп јаглерод C^{12} .

Со точни мерења е утврдено дека во $0,012 \text{ kg}$ изотоп јаглерод C^{12} има точно $6,022 \times 10^{23}$ атоми јаглерод.

Овој број ја определува бројната вредност на Авогадровата константа N_A .

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} / \text{mol} \text{ или } N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Авогадровата константа е величина со единица mol^{-1} .

Бројната вредност на Авогадровата константа се вика Авогадров број.

$$\text{Авогадров број} = 6,022 \times 10^{23}$$

Авогадровиот број е бездимензионална величина.

Бројот молекули или единки со дефинирана хемиска формула на мол супстанција е Авогадрова константа (N_A):

$$N_A = \text{број молекули/количество супстанција} = \frac{N}{n} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Кога ќе измериме толку грама од некоја супстанција со точно дефинирана хем.формула, колку што е нејзината молекулска тежина, сме измериле точно 1 мол од истата, односно $6,022 \times 10^{23}$ единици. Според тоа, мол е единица за количество супстанција (молекули, атоми, јони, електрони).

Масата на еден мол дефинирани единици претставува моларна маса.

$$M(\text{моларна маса}) = M_r \text{ g mol}^{-1}$$

Врска помеѓу количеството супстанца, масата и бројот на единици во системот

Масата на 1 мол дефинирани единици (B) е моларната маса на тие единици $M(B)$. Според тоа, односот на определена маса од единиците $m(B)$ и нивната моларна маса $M(B)$ е еднаков на бројот на молови, односно на количеството на определената супстанца $n(B)$.

$$n(B) = \frac{m(B)}{M(B)}; \quad n(B) = \frac{N(B)}{N_a}$$

Задачи

1. Колку олово треба да се измери за 1 мол олово?

$$Ar(Pb) = 207,2$$

$$M(Pb) = Ar(Pb) \text{ g mol}^{-1} = 207,2 \text{ g mol}^{-1}$$

Ако измериме 207,2 грами олово сме измериле точно 1 мол олово.

2. Колку треба да се измери $KMnO_4$ за 0,1 мол $KMnO_4$?

$$M(KMnO_4) = A(K) + A(Mn) + A(O) = 158,04 \text{ g mol}^{-1} \text{ (за 1 мол)}$$

$$158,04 \text{ g} : 1 \text{ mol} = X \text{ g} : 0,1 \text{ mol}$$

$$X = 15,804 \text{ g } KMnO_4$$

3. Колку треба да се измери $KMnO_4$ за 1 мол $\frac{1}{5} KMnO_4$?

$$M\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right) = \frac{158,04}{5} = 31,6068 \text{ g}$$

4. Колку грама кислород содржат 15,3 мола O_2 ?

$$Ar(O) = 15,9994 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(O_2) = 2 \times 15,9994 = 31,9988 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m(O_2) = n \cdot M = 15,3 \text{ mol} \times 31,9988 \text{ g mol}^{-1} = 489,60 \text{ g}$$

6. Колку атоми злато има во 1 mg злато?

$$M(\text{Au}) = 196,966 \text{ g mol}^{-1}$$

$$1 \text{ mg (Au)} = 0,001 \text{ g (Au)}$$

$$n(\text{Au}) = \frac{m}{M} = \frac{0,001 \text{ g}}{196,966 \text{ g mol}^{-1}} = 0,000005077 \text{ mol} = 5,077 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ (во 1 мол)}$$

$$N_A(\text{Au}) = n \times N_A = 5,077 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \times 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,057 \cdot 10^{18}$$

2.2 Хемиска формула; пресметки врз основа на хемиска формула

Со хемиската формула се означува точно одреден вид супстанција. Се разликуваат три вида формули:

- **емпириска** (го покажува односот на различните елементи во молекулата, изразен со најмалиот бројчен износ. Пр: CH-соединение од јаглерод и водород во однос 1:1)
- **вистинска** (го покажува видот и бројот на атоми кои ја градат молекулата. Пр: C₆H₆- соединение од 6 атоми јаглерод и 6 атоми водород)
- **структурна** (покажува како меѓусебно се поврзани атомите во составот на молекулата. Пр: izo- и нео-бутан).

Познавајќи ја хемиската формула на едно соединение можеме да го пресметаме **масениот удел (ω)** на секој елемент посебно во состав на соединението (процентен состав), и обратно, познавајќи го масениот удел ω на одделните елементи може да се пресмета емпириската формула на соединението.

$$\omega(a) = \frac{m(a)}{m(a + b + c \dots)}$$

Количински (молски) удел на некоја супстанција во смеса или во раствор е еднаков на односот на количеството на таа супстанција наспроти вкупната количина на сите супстанции во смесата или растворот:

$$x_B = \frac{n_B}{\sum n_i} \quad \text{или} \quad x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

Пример: Пресметајте го масениот удел на секоја компонента во составот на сулфурната киселина.

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \text{Ar}(\text{H}) \times 2 + \text{Ar}(\text{S}) + \text{Ar}(\text{O}) \times 4 = 2 + 32,06 + 63,998 = 98,058$$

$$\omega(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{M(\text{H})}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2 \text{ g mol}^{-1}}{98,058 \text{ g mol}^{-1}} = 0,02 = 2\%$$

$$\omega(S) = \frac{m(S)}{m(H_2SO_4)} = \frac{M(S)}{M(H_2SO_4)} = \frac{32,06 \text{ g mol}^{-1}}{98,058 \text{ g mol}^{-1}} = 0,33 = 33\%$$

$$\omega(O) = \frac{m(O)}{m(H_2SO_4)} = \frac{M(O)}{M(H_2SO_4)} = \frac{64 \text{ g mol}^{-1}}{98,058 \text{ g mol}^{-1}} = 0,65 = 65\%$$

Задачи:

1. Пресметајте го масениот удел на секоја компонента во составот на $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, бакар (II) сулфат пентахидрат.

$$M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = Ar(Cu) + Ar(S) + Ar(O) \cdot 4 + Ar(H) \cdot 10 + Ar(O) \cdot 5 = 63,546 + 32,06 + 63,998 + 10,079 + 79,997 = 249,680$$

$$\omega(Cu) = \frac{m(Cu)}{m(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{M(Cu)}{M(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{63,546 \text{ g mol}^{-1}}{249,68 \text{ g mol}^{-1}} = 0,2545 = 25,45\%$$

$$\omega(S) = \frac{M(S)}{M(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{32,06 \text{ g mol}^{-1}}{249,68 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1284 = 12,84\%$$

$$\omega(O) = \frac{M(O)}{M(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{63,998 \text{ g mol}^{-1}}{249,68 \text{ g mol}^{-1}} = 0,2563 = 25,63\%$$

$$\omega(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{M(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{90,076 \text{ g mol}^{-1}}{249,68 \text{ g mol}^{-1}} = 0,3608 = 36,08\%$$

2. Пресметајте го масениот удел на секоја компонента посебно во составот на $CdSO_4 \cdot 7H_2O$, кадмиум (II) сулфат хептахидрат.

$$M(CdSO_4 \cdot 7H_2O) = 112,40 + 32,064 + 4 \cdot 16 + 126 = 334,46$$

$$\omega(Cd) = \frac{112,40 \text{ g mol}^{-1}}{334,46 \text{ g mol}^{-1}} = 0,33 = 33\%$$

$$\omega(S) = \frac{32,064}{334,46} = 0,09 = 9\%$$

$$\omega(O) = \frac{64}{334,46} = 0,19 = 19\%$$

$$\omega(H_2O) = \frac{126}{334,46} = 0,37 = 37\%$$

3. Со анализа е утврдено дека некој природен минерал содржи 23,3% калциум, 18,6% сулфур, 20,9% вода, а остатокот до 100% е кислород. Најди ја емпириската формула на минералот.

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\omega(\text{O}) = 100\% - 23,3\% - 18,6\% - 20,9\% = 37,2\%$$

$$n(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{23,3\text{g}}{40,08\text{g mol}^{-1}} = 0,581\text{mol}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{18,6\text{g}}{32,064\text{g mol}^{-1}} = 0,580\text{mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{37,2\text{g}}{15,999\text{g mol}^{-1}} = 2,325\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{20,9\text{g}}{18,015\text{g mol}^{-1}} = 1,160\text{mol}$$

Целата формула се дели со најмалиот член, во случајот сулфур (n=0,580):

$$N(\text{Ca}) : N(\text{S}) : N(\text{O}) : N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,581}{0,580} : \frac{0,580}{0,580} : \frac{2,325}{0,580} : \frac{1,160}{0,580} = 1 : 1 : 4 : 2$$



4. Колкав е количинскиот удел на Na_2CO_3 во раствор со концентрација 1 mol/dm³, ако густината на растворот е 1.098 g/cm³?

Растворот со концентрација 1 mol/dm³ содржи 106 g Na_2CO_3 , растворени во 992 g вода. Имајќи ја во предвид $M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105.99 \text{ g/mol}$ и $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$, добиваме:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m / M = 106\text{g} / 106 \text{ g/mol} = 1\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m / M = 992 \text{ g} / 18 \text{ g/mol} = 55.1\text{mol}$$

$$x(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{1\text{mol}}{1\text{mol} + 55,1\text{mol}} = 0.0178 = 1.78\%$$

5. Колку треба да се измери бакар, сребро, железо, сулфур, жива за да измереното количество супстанција биде по 1 mol Cu, Ag, Fe, $\frac{1}{8}\text{S}_8$, $\frac{1}{2}\text{Hg}_2$?

$$1 \text{ mol Cu} = M(\text{Cu}) = 63,54 \text{ g Cu}$$

$$1 \text{ mol Ag} = M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g Ag}$$

$$1 \text{ mol Fe} = M(\text{Fe}) = 55,847 \text{ g Fe}$$

$$\frac{1}{8} \text{ mol S}_8 = \frac{1}{8} M(\text{S}_8) = \frac{M(\text{S}_8)}{8} = M(\text{S}) = 32,064 \text{ g}$$

$$\frac{1}{2} \text{ mol Hg}_2 = M(\text{Hg}) = 200,59 \text{ g}$$

6. Ако е измерено по 20 грама алуминиум, антимон, хром, по колку мола е измерено од секој елемент поединечно?

$$m(\text{Al}) = 20 \text{ g} \quad n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{20 \text{ g}}{26,98 \text{ g mol}^{-1}} = 0,74 \text{ mol}$$

$$m(\text{Sb}) = 20 \text{ g} \quad n(\text{Sb}) = \frac{m(\text{Sb})}{M(\text{Sb})} = \frac{20 \text{ g}}{121,75 \text{ g mol}^{-1}} = 0,164 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cr}) = 20 \text{ g} \quad n(\text{Cr}) = \frac{20 \text{ g}}{51,996 \text{ g mol}^{-1}} = 0,348 \text{ mol}$$

7. Колку мола AgCl има во 100 g AgCl ?

$$m(\text{AgCl}) = 100 \text{ g} \quad n(\text{AgCl}) = \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl})} = \frac{100 \text{ g}}{143,33 \text{ g mol}^{-1}} = 0,698 \text{ mol}$$

$$n(\text{AgCl}) = ?$$

8. Колку грама среброхлорид треба да се измери ако за некоја реакција ни треба 0,4 мола среброхлорид ?

$$n(\text{AgCl}) = 0,4 \text{ mol} \quad m(\text{AgCl}) = n \cdot M = 0,4 \text{ mol} \times 143,33 \text{ g mol}^{-1} = 57,33 \text{ g}$$

$$m(\text{AgCl}) = ?$$

9. Колку мола има во 250 грама калиум сулфат?

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 250 \text{ g} \quad n = \frac{250 \text{ g}}{174,268 \text{ g mol}^{-1}} = 1,434 \text{ mol}$$

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174,268 \text{ g mol}^{-1}$$

10. Колку kmol калциум хлорид хексахидрат има во 1,5 g од солта?

$$n(\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}) = ? \quad n = \frac{1,5\text{g}}{218,98\text{g mol}^{-1}} = 0,00685\text{ mol} = 6,85 \cdot 10^{-6}\text{ kmol}$$

$$m(\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}) = 1,5\text{ g}$$

11. Да се пресмета бројот молови H_2O во 1kg вода.

$$m = 1\text{ kg}(\text{H}_2\text{O}) = 1000\text{ g}(\text{H}_2\text{O})$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1000\text{g}}{18\text{g mol}^{-1}} = 55,55\text{ mol}$$

12. Колку килограми чисто олово може да се добие од 1000 kg олово(II) оксид?

$$m(\text{Pb}) = ? \quad \omega(\text{Pb}) = \frac{m(\text{Pb})}{m(\text{PbO})} = \frac{207,19}{223,19} = 0,928 = 92,8\%$$

$$m(\text{PbO}) = 1000\text{kg} \quad 92,8\text{ kg} : 100\text{ kg} = X : 1000\text{ kg}$$

$$M(\text{PbO}) = 223,19 \quad m(\text{Pb}) = 928\text{ kg}$$

$$M(\text{Pb}) = 207,19$$

13. Колку килограми чист хром може да се добие од 5000 kg чист хромит (Cr_2O_3)?

$$m(\text{Cr}) = ? \quad \omega(\text{Cr}) = \frac{m(\text{Cr})}{m(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{103,99}{151,99} = 0,684 = 68\%$$

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 5000\text{ kg}$$

$$M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 103,99 + 48 = 151,99 \quad 68\text{ kg} : 100\text{ kg} = X : 5000\text{ kg}$$

$$X = 3400\text{ kg}$$

14. Колку грама никел(II)сулфат хептахидрат може да се добие од 1 мол никел?

$$M(\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}) = 280,75\text{ g mol}^{-1} \quad \bullet \quad 280,8\text{ g Ni SO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$$

15. Најдете ги наједноставните формули на соединенијата што содржат:

а) 39,3% натриум и 60,7% хлор

б) 21,6% натрим и 33,3% хлор

а и во двете соединенија остатокот е кислород.

а) 39,3% Na $\%(\text{O}) = 100\% - 39,3\% - 60,7\% = 0$ NaCl
 60,7% Cl

б) 21,6% Na $\%(\text{O}) = 100\% - 21,6\% - 33,3\% = 45,1\%$
 33,3% Cl

$$n(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{21,6\text{g}}{22,98\text{gmol}^{-1}} = 0,939 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl})} = \frac{33,3\text{g}}{35,45\text{gmol}^{-1}} = 0,939 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{45,1\text{g}}{15,99\text{gmol}^{-1}} = 2,82 \text{ mol}$$

$$\text{Na} : \text{Cl} : \text{O} = 0,939 : 0,939 : 2,82$$

$$\frac{0,939}{0,939} : \frac{0,939}{0,939} : \frac{2,82}{0,939} = 1 : 1 : 3 \quad \text{NaClO}_3$$

16. Најдете ја наједноставната формула на соединението кое содржи

12,1% натриум, 11,4% бор, 29,4% кислород, а остатокот е вода.

$$\%(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 12,1\% - 11,4\% - 29,4\% = 47,1\%$$

$$n(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{12,1\text{g}}{22,98\text{gmol}^{-1}} = 0,526 \text{ mol}$$

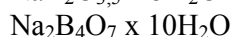
$$n(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{M(\text{B})} = \frac{11,4\text{g}}{10,81\text{gmol}^{-1}} = 1,054 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{29,4\text{g}}{15,99\text{gmol}^{-1}} = 1,838 \text{ mol}$$

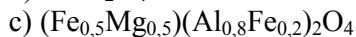
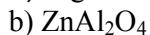
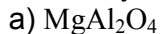
$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{47,1\text{g}}{18\text{gmol}^{-1}} = 2,616 \text{ mol}$$

$$\text{Na} : \text{B} : \text{O} : \text{H}_2\text{O} = 0,526 : 1,054 : 1,838 : 2,616 = \frac{0,526}{0,526} : \frac{1,054}{0,526} : \frac{1,838}{0,526} : \frac{2,616}{0,526} =$$

$$1 : 2 : 3,5 : 4,97 \quad \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 5\text{H}_2\text{O} \quad / \quad \times 2$$



17. Колку проценти алуминиум содржат следните природни минерали?



a) $\%(\text{Al})=?$

$$M(\text{MgAl}_2\text{O}_4) = 24,31 + 2 \times 26,98 + 4 \times 15,999 = 142,24 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{MgAl}_2\text{O}_4)} = \frac{53,96 \text{ g}}{142,24 \text{ g mol}^{-1}} = 0,379 = 37,9\%$$

b) $\%(\text{Al})=?$

$$M(\text{ZnAl}_2\text{O}_4) = 65,37 + 2 \times 26,98 + 4 \times 15,999 = 183,32 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{53,96 \text{ g}}{183,32 \text{ g mol}^{-1}} = 0,294 = 29,4\%$$

c) $\omega(\text{Al})=?$

$$M(\text{Fe}_{0,5}\text{Mg}_{0,5})(\text{Al}_{0,8}\text{Fe}_{0,2})_2\text{O}_4 = 55,84 \times 0,5 + 24,31 \times 0,5 + (26,98 \times 0,8) \times 2 + (55,84 \times 0,2) \times 2 + 4 \times 15,999 = 169,57 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{(26,98 \times 0,8) \times 2}{169,57} = 0,254 = 25,4\%$$

18. Пресметајте ги масените удели на елементите во хексакарбонил хром $(\text{Cr}(\text{CO})_6)$.

$$M(\text{Cr}(\text{CO})_6) = 51,996 + 12,01 \times 6 + 15,999 \times 6 = 220,05 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\omega(\text{Cr}) = \frac{51,966}{220,05} = 0,236 = 23,6\%$$

$$\omega(\text{C}) = \frac{72,06}{220,05} = 0,327 = 32,7\%$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{96}{220,05} = 0,436 = 43,6\%$$

Вежба бр. 3 Вовед во лабораторија за хемија (Лабораториска вежба)

Правила за однесување во лабораторијата

Пред секое доаѓање на вежби потребно е студентот да ја прочита вежбата што е предвидена да се изведува тој час. Најчестата причина зошто студентите не успеваат секогаш да ги завршат сите предвидени задачи е токму поради недоволната подготовка на студентот пред доаѓање на вежби.

Секој студент во лабораторија треба да носи уредно закопчан лабораториски мантил со долги ракави. Студентот во лабораторијата не смее да работи сам и да изведува експерименти што претходно не ги одобрил асистентот. Во лабораторијата најстрого се забранува внесување на храна и пијалоци. Забрането е и користење на мобилните телефони во текот на изведувањето на експериментални вежби.

Мерки за заштита при работа во лабораторија за хемија

Работа со лабораториска апаратура

Исклучи го брелот и електричните апарати секогаш после завршување на вежбата.

Никогаш не ги проверувај соединенијата по вкус; никогаш не пипетирај хемикалии со уста. Посебно внимавај при работа со корозивни соединенија и лесно испарливи супстанции.

Избегнувај контакт на реагенсите со кожата и очите. Ако супстанцијата ти се разлее низ раката, веднаш измиј ја со вода. Никогаш не користи друг реагенс за да го исчистиш, отстраниш претходно истурениот.

Ако дојде до истурање на поголема количина реагенс во лабораторијата веднаш извести го асистентот.

Експерименти при кои се вклучени реакции каде доаѓа до ослободување на гасови (Cl_2 , HCl , SO_2) мора да се работат во дигестор.

Повеќе пати провери ја ознаката на реагенсот, пред да го искористиш истиот. Секогаш реагенсите користи ги еден по еден. Земањето на повеќе реагенси одеднаш може да доведе до забуна и грешка при изведување на вежбата.

Сите реагенси мора да се вратат на предвиденото место за нивно чување, после завршувањето на вежбата.

Реагенсите користи ги рационално. Во консултација со асистентот од примарната амбалажа извади само онолку реагенс колку што е доволно за изведување на експериментот. Избегни го непотребното трошење – фрлање на реагенсите.

Никогаш не пипетирај директно од примарното пакување. Секогаш извади во чист сад онолку реагенс колку што е доволно за изведување на експериментот, а потоа пристапи со чиста пипета, капалка, шпатула, лажичка.

Секој реагенс мора постојано да биде затворен. Отвори го реагенсот тогаш кога ќе имаш потреба од истиот и веднаш после затвори го со неговиот затварач. Некој да ги мешаш затварачите на реагенсите.

Вишокот од реагенс никогаш не се враќа назад во примарната оригинална амбалажа.

После завршувањето на вежбата истури ги хемикалиите на точно обележаните места во лабораторијата.

РАКУВАЊЕ СО ОТПАД

Мали количини на киселини и бази треба претходно, пред да бидат исфрлени во мијалник со вода, да се неутрализираат;

Мали количини на соли се исфрлаат директно во мијалник, во млаз на проточна вода;

Органските растворувачи треба да се собираат во јасно обележани собирни контејнери поставени на добро проветрено место. Истурање на испарливи растворувачи во мијалник може да предизвика нивно насобирање во водените чепови, а со тоа и ризик од појава на пожар;

Мали количини на нереактивен и нетоксичен цврст отпад може да се третира како обичен отпад. Опасниот цврст отпад треба да се собира во посебно означени собирни контејнери.

Супстанции што бурно реагираат со вода (киселински хлориди, алкални метали, или метални хидриди) најпрвин треба во контролирана реакција со алкохол да се разложат во дигестор, пред истите да бидат отстранети како отпад;

Скршени стакла да не се чуваат во хартиени кеси, туку во глинени садови. За ефективна лабораториска работа многу е важно да се развие добра работна навика, да се одбере вистинската опрема за дадена цел и познавања како таа да се употреби. Шкафот со опрема треба да биде добро подреден, опремата треба да биде чиста и секогаш да стои на исто место. Треба да се практикува миење и плакнење на стакларијата веднаш по употребата за да биде чиста и сува за следната употреба. Секогаш пред да се напушти лабораторијата, стакларијата треба да се исчисти и да се прибере.

Запознавање со лабораториска опрема и стакларија

При изведувањето на експериментите во лабораторијата се користи лабораториската опрема и стакларија.

Дел од таа лабораториска опрема се електричните ваги. Вагата се користи за мерење на сите супстанции чии што вредности самиот експеримент бара да бидат изразени тежиниски. Вага се вклучува само тогаш кога треба да се користи истата, во друг случај таа стои исклучена. При вклучувањето на вагата истата не се користи додека на неа не се појави вредноста нула, што означува и дека вагата е во почетна состојба за користење.

Никогаш на вага не истурај директно цврсти реагенси, секогаш користи лист хартија или некој стаклен сад што е соодветен за мерење. Ако количеството супстанција што се вага е неколку грамови, тогаш најпогодно е да се вага во чаша. Стаклената амбалажа што ја користиш

за мерење мораш да внимаваш да биде првенствено чиста и сува, а потоа истарирана правилно за да не дојде до грешка при мерењето. Со притискање на копчето TARA ја анулираш вредноста на садот и вагата започнува да мери повторно од нула.

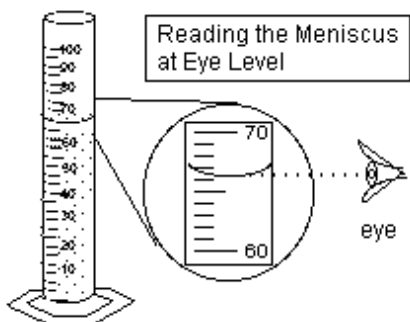
Доколку ти се истури некој регенс врз вагата, веднаш мораш да го избришеш односно исчистиш.

Никогаш не ја помесувај вагата од една позиција на друга. Со поместувањето на вагата на друга позиција може да дојде до перманентно оштетување на вагата и секое наредно мерење што ќе биде вршено на истата нема да биде точно.



Волуменот на течните реагенси и стартниот материјал се мерат со мензура или со градуирана пипета, но нивната прецизност е само до неколку проценти. За поголема точност, течностите треба да се вагаат особено ако се вискозни.

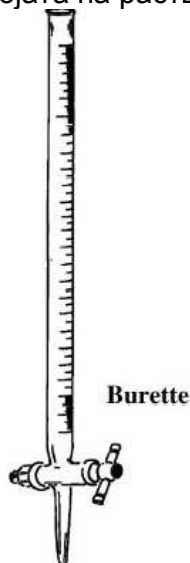
Градуираните пипети и мензурите што се користат за мерење на волуменот на течностите мораш да внимаваш да бидат чисти и суви. Градуираната скала, странично на пипетата, мензурата го одредува волуменот на течноста во истата. Одчитувањето на волументот на течноста се врши со поставување на мензурата во иста линија со око и се одчитува долниот менискус на течноста. Долниот менискус ја дава правата вредност на волуменот на присутниот течен реагенс.



Мензурите се користат кога е потребно да се измери поголем волумен на течност односно може да се мери волумен од 1ml до 1L. При преточувањето на течност во мензурата мора да се внимава течноста да се става по полак со лизгање по страничниот внатрешен ѕид на мензурата. Доколу во мензурата има ставено вишок од реагенсот никако тој не треба да се враќа назад во примарната амбалажа.

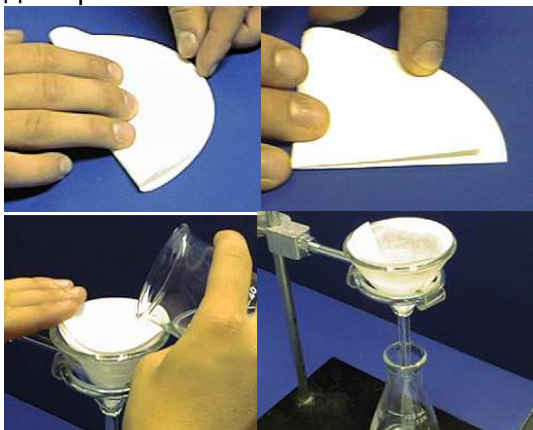
Пипетите се користат кога треба да се измери помал волумен од некој течен реагенс. Пипетирањето никако не се врши директно со уста. Секогаш на горната страна од пипета се става гумена пумпица со која се испумпува во пипетата онолку течност колку што е потребно. После испумпувањето, пумпицата внимателно се вади и пипетата се затвара со прстот, за да не дојде до истекување на реагесот. Со внимателно и полака мрдање на прстот се регулира волуменот на течноста во пипетата односно се доведува менискусот на течноста до бараната вредност.

Бирети – се наменети за точно одредување на волумен на течности користени во процесот на титрација. Вертикални странично градуирани стаклени цевки со многу прецизен вентил на долната страна и со точно поставена марка на врвот на биретата. Биретата се полни со реагенс од горната страна со помош на инка. Полнењето оди строго до марката на биретата ни помалку ни повеќе. Пред да се наполни биретата со реагенс мора да се исчисти со вода и да се исуши потполно. Пред полнењето на биретата обавезно провери го вентилот на долната страна дали е добро затворен. Наполнетиот реагенс се користи во процес на титрација. Титрацијата е процес со кој се одредува концентрацијата на дадена компонента во примерок. Примерокот со непозната концентрација се става во сув и чист ерленмаер му се додава соодветен индикатор и се титрира со реагенсот од биретата. Потрошениот волумен на реагенсот од биретата односно волуменот што изрегаирал со дадената компонента во примерокот е тој што одредува во која концентрација таа компонента е застапена во примерокот. Индикаторот овозможува да дојде до промена на бојата на растворот во крајната точка на реакцијата.



Филтрирањето на течностите е процес кој исто така многу често е застапен во лабораториската пракса. Филтрирањето се изведува со помош на инка и филтер хартија. Филтер хартијата се превиткува на пола, таа половина се превиткува уште еднаш на половина и се сече едниот крај од хартијата. Филтер хартијата се отвара од горната страна и со долниот тесен дел се става на инката. Се натопува со мала количина вода околу 5ml. За да се избегне прскањето на растворот и да се

зголеми брзината на филтрацијата потребно е инката да биде потпрена на страничниот ѕид од реципиентот и никогаш да не се полни повеќе од две третини на самата инка.



Одредувањето на pH вредноста со помош на лакмусова хартија е процес доста често користен во лабораториската пракса. Лакмусовата хартија е обоена хартија што ја променува својата боја во зависност од pH вредноста на средината. Со едноставно натопување на хартијата во раствор може да се детерминира каква е средината, базна или кисела, но не и доволно точно да се утврди pH вредноста.

Вежба бр.4:

Хемиски реакции, хемиски равенки, редокс реакции, оксидо-редукциско израмнување;

4.1. Хемиски реакции, хемиски равенки

Хемиските реакции се процеси во кои настануваат хемиски промени на елементите или соединенијата кои учествуваат во конкретниот процес.

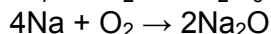
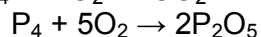
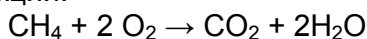
Во текот на хемиската реакција, со хемиска промена, се создаваат нови супстанции, кои имаат различни својства од почетните;

- хемиските реакции можеме да ги претставиме со *хемиски равенки*;
- од левата страна на равенството се пишуваат хемиските формули на реактантите, а од десната - хемиските формули на продуктите;
- во хемиската равенка точно определен број единици (молекули, атоми) реагираат, па бројот на атоми на реактантите мора да е еднаков на бројот на атоми на продуктите.

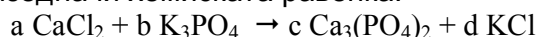
Дефиниција: Хемиската реакција е хемиски облик на движење на материјата, при што атомите на супстанциите кои реагираат се *прегруппираат*, создавајќи нови супстанции, т.е. кај хемиската реакција видовите атоми (хемиски елементи) остануваат непроменети.

Во хемиската реакција влегуваат точно определен број на единици (атоми). Тој цел број се нарекува *коэффициент*, и се пишува пред хемиската формула.

Пример за хемиски реакции:

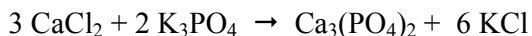


Пример 1: Да се изедначи хемиската равенка:



При изедначувањето, пред хемиските формули од левата и десната страна се пишуваат соодветните стехиометриски коефициенти. Тоа се прави за бројот на истородни атоми од секој хемиски елемент од левата и десната страна на хемиската равенка да биде еднаков.

Стехиометрискиот коефициент напишан пред соодветната формула ги множи сите атоми на хемиските елементи што се вклучени во таа формула. Така од изедначената равенка, може да заклучиме дека 3 мола CaCl_2 реагираат со 2 мола K_3PO_4 при што се добива 1 мол $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и 6 мола KCl .



Хемиската равенка ни дава податоци за квантитативниот однос (молскиот однос) во кој супстанциите реагираат, па врз основа на истата, можат да се прават најразлични пресметки.

Генерално, хемиските реакции може да се поделат на неколку групи:

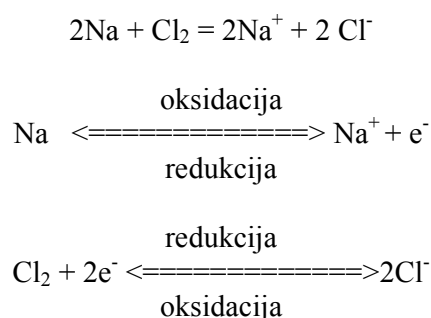
- реакции на комбинирање (синтеза)

- реакции на разградување
- јонски реакции
- реакции на формирање комплексни соединенија
- реакции на неутрализација
- оксидо-редукциски реакции

4.2. Оксидо-редукциски реакции

Реакциите на оксидација и редукција се поврзани со пренос на електрони.

Пред реакцијата елементите имаат полнеж нула, а после реакцијата минуваат во јони, при што процесот на оддавање електрони се вика **оксидација**, а процесот на примање на електрони е **редукција**.



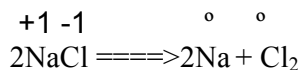
Поради полесно пишување и решавање редокс равенки воведен е поимот **оксидациски број** кој покажува во каква оксидациона состојба се наоѓа елементот во составот на некое соединение.

Според тоа, зголемувањето на оксидацискиот број на елементот покажува дека дошло до оксидација на тој елемент, и аналогно, намалувањето на оксид.број покажува дека дошло до редукција.

Промената на оксидацискиот број го одредува бројот електрони кои во текот на реакцијата преминуваат од атомот на еден елемент кај друг.

- кај јонските соединенија, оксидацискиот број е еднаков на ел. полнеж што елементот го добива или губи.

Пример:



- кај другите соединенија на пр. со ковалентни врски, оксидацискиот број на секој елемент се определува врз основа на **правила**:

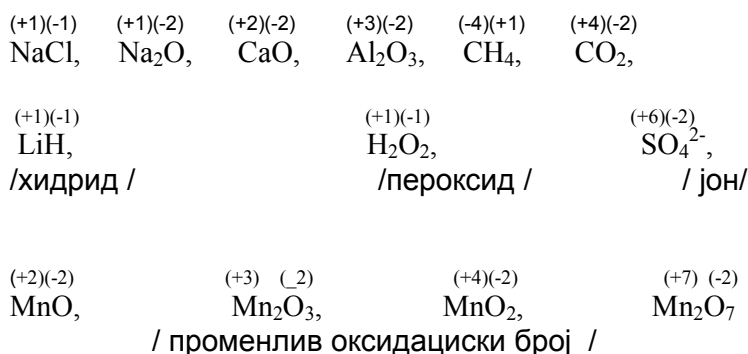
1. Оксидацискиот број на сите елементи во елементарна состојба е 0.
2. Оксидацискиот број на водородот во соединенијата е (+1), освен во металните хидриди, каде што е (-1).
3. Оксидацискиот број на кислородот во соединенијата е (-2), освен во пероксидите, каде што е (-1).

- 4. Збирот на сите оксидациски броеви на елементите во составот на соединението мора да е еднаков на нула.**
5. Оксидацискиот број е еднаков на полнежот(набојот) на јонот или радикалот.
6. Алкалните метали(Na, K, ...) секогаш имаат оксидациски број +1, а алкалнозамните метали +2.

Оксидацискиот број се пишува над симболот на елементот во заграда и со предзнакот на прво место (пример: +2), за разлика од полнежот на јонот кој се пишува на место на експонент а предзнакот се става зад него (2+).
Оксидацискиот број на еден атом не мора да биде секогаш ист и може да се менува. Таквата појава елементите да имаат повеќе оксидациски броеви е многу честа и треба да се има предвид при пишувањето редокс равенки.

Пример 1:

Да се пресметаат оксидациските броеви на секој елемент посебно во составот на следните соединенија:



Оксидоредукциски равенки

оксиданс + e⁻ се редуцира = минува на понизок оксидациски степен
редуценс - e⁻ се оксидира = минува на повисок оксидациски степен

Алгебарската величина на оксидацискиот број не одлучува кој ќе биде оксиданс, а кој редуценс, туку тоа зависи од афинитетот кон електроните.

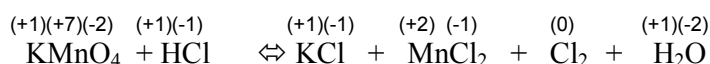
Равенките на оксидација и редукција мора да се постават така да бројот електрони што ги дава редуценсот е еднаков на бројот електрони што ги прима оксидансот.

Пример 2:

При процесот на оксидација на HCl со KMnO₄ се развива елементарен Cl₂, а манганот се редуцира од оксидациска состојба (+7) на (+2).

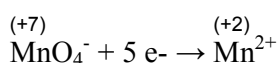


Треба да се пресметаат коефициентите во равенката. За таа цел прво се применуваат критериумите за одредување на оксидациските броеви на секој елемент посебно.

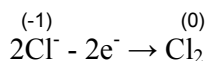


Променливи оксидациски броеви имаат само Mn и Cl. Може да се запишат и како две независни равенки.

Едната равенка ја прикажува редукцијата на перманганатниот јон во Mn^{2+} во кисела средина т.е. во реакцијата учествува и H^+ јони.

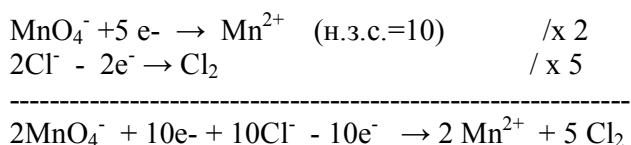


Другата равенка ја прикажува оксидацијата на хлоридниот јон.

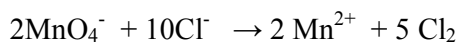


За да биде исполнет условот за еднаков број електрони што ги дава редуценсот и прима оксидансот, треба да се најде најмал заеднички содржател за електроните во двата процеса.

Еден перманганатен јон прима 5 електрона, а еден хлориден јон дава само еден електрон, па првата равенка ја множиме со 2, а втората со 5.



Електроните што учествуваат во реакцијата не се пишуваат во конечната равенка, па равенката напишана во јонски облик гласи:

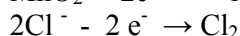
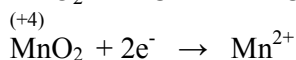
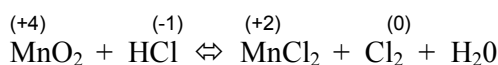


Соодветно првобитната равенка со пресметани коефициенти :



Пример 3:

Ако манган (4) оксид реагира со хлороводородна киселина, се добива манган (2) хлорид и елементарен хлор. Пресметајте колку грама манган (4) оксид се редуцираат со еден мол HCl.



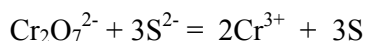
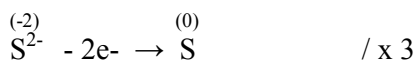
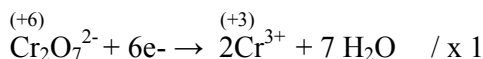
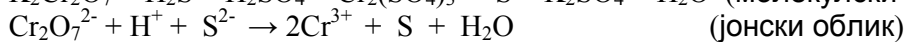
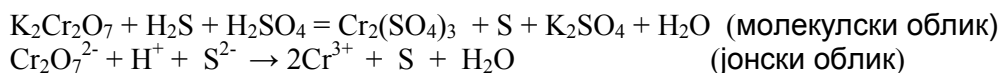
Бидејќи бројот на електрони што ги дава еден мол оксиданс е еднаков на бројот електрони што ги примаат два мола редуценс, излегува дека со еден мол HCl ќе се редуцира 1/2 мол MnO₂.

$$M(\text{MnO}_2) = 86,94 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{MnO}_2) = n \cdot M = 0,5 \text{ mol} \times 86,94 \text{ g mol}^{-1} = 43,47 \text{ g}$$

Пример 4:

Сулфурводородот реагира со калиум бихромат во кисела средина при што се одделува елементарен сулфур. Хромот од калиум бихроматот се редуцира до (+3). Напишете ја равенката на реакцијата и одредете ги моларните и тежинските односи во кои реагираат калиум бихроматот и сулфурводородот.



Од равенката произлегува дека 1 mol K₂Cr₂O₇ се редуцира со 3 мола H₂S.

Според молекулските тежини може да се пресмета и тежинскиот однос во кој реагираат:

$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294,19 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{S}) = 34,08 \text{ g mol}^{-1}$$

294,19 грама K₂Cr₂O₇ реагираат со (3 x 34,08) 102,24 грама H₂S.

Задачи

1. Најдете го оксидацискиот број на манганот во неговите соединенија:

- | | |
|--|---|
| a) MnO
(+2)(-2) | f) $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3$
(+3) (-2) |
| b) MnO_2
(+4) (-2) | g) $(\text{OH})\text{Mn}(\text{OOH})_3$
(-1) (+4) (-1) |
| c) KMnO_4
(+1)(+7)(-2) | h) $\text{K}_2\text{H}_2\text{Mn}_2\text{O}_7$
(+1)(+1)(+5) (-2) |
| d) K_2MnO_4
(+1)(+6) (-2) | |
| e) $\text{Mn}(\text{OH})_4$
(+4) (-1) | |

2. Најдете го оксидацискиот број на хлорот во неговите соединенија:

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| a) HClO
(+1) | e) ClO_2
(+4) |
| b) HClO_2
(+3) | f) FClO_2
(-1)(+5) |
| c) HClO_3
(+5) | g) Cl_2O_7
(+7) |
| d) HClO_4
(+7) | h) CCl_4
(+4)(-1) |

3. Најдете го оксидацискиот број на сулфурот во соединенијата:

- | | |
|------------------------------------|--|
| a) S_8
(0) | g) H_2SO_5 (najvisok oksidaciski broj za S e +6)
(+6) |
| b) SO_2
(+4) | h) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$
(+3) |
| c) SO_3
(+6) | i) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$
(+4) |
| d) H_2SO_2
(+2) | j) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$
(+5) |
| e) H_2SO_3
(+4) | k) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
(+6) |
| f) H_2SO_4
(+6) | l) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$
(+6) |

4. Најдете го оксидацискиот број на азотот во соединенијата:

- | | |
|---|---|
| a) NH_3
(-3) | f) N_2H_4
(-2) |
| b) NH_4Cl
(-3) | g) $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$
(+1) |
| c) HNO_3
(+5) | h) NCl_3
(+3) |
| d) HNO_2
(+3) | i) CaCN_2
(+2)(+4)(-3) |
| e) NH_2OH
(-1)(+1)(-1) | |

5. Најдете ги оксидациските броеви на елементите во соединенијата:

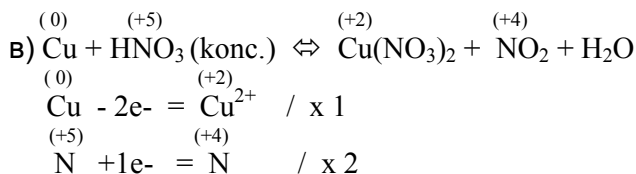
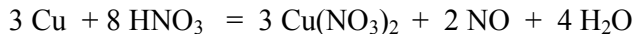
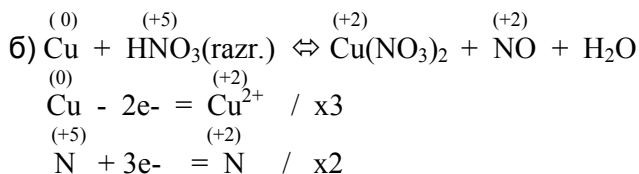
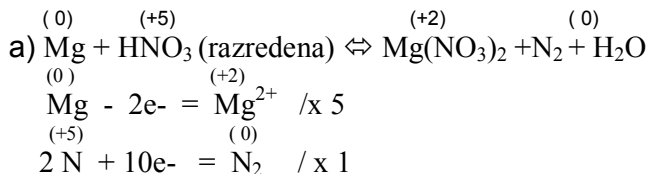
- | | |
|--|--|
| a) CuO
(+2)(-2) | g) CuFeS ₂
(+2)(+2)(-2) |
| b) Cu ₂ O
(+1)(-2) | h) HgCl ₂
(+2)(-1) |
| c) KO ₂
(+1)(+6)(-2)(-1) | i) Hg ₂ Cl ₂
(+1)(-1) |
| d) KCrO ₃ Cl
(+1)(+3)(-2) | j) AuCl
(+3)(-1) |
| e) Na ₂ B ₄ O ₇
(+2)(-2) | k) AuCl ₃ |
| f) FeS | |

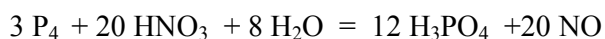
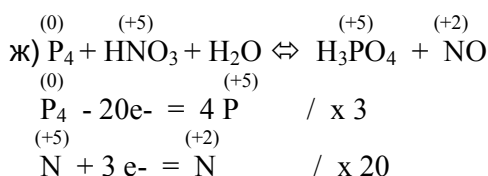
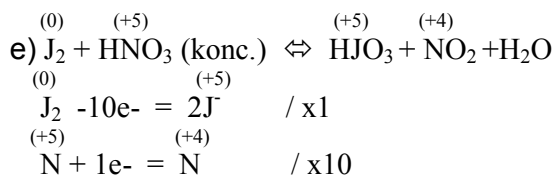
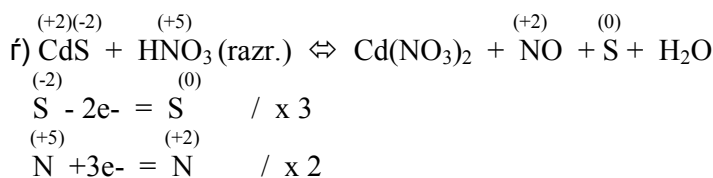
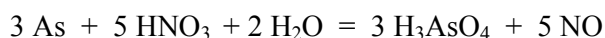
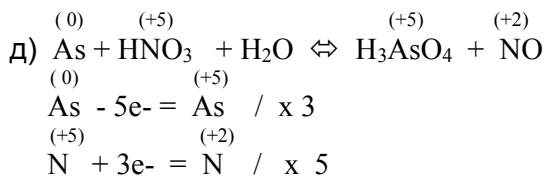
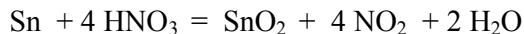
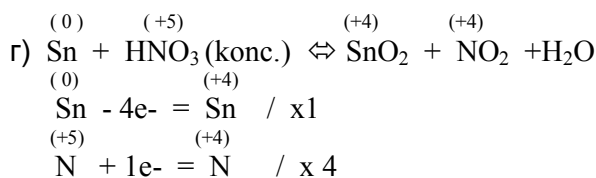
6. Најдете го оксидацискиот број на јаглеродот во соединенијата:

- | | | |
|--|--|----------------------------|
| a) CH ₄
(-4) | c) C ₂ H ₄
(-2) | e) CO
(+2) |
| b) C ₂ H ₆
(-3) | d) C ₂ H ₂
(-1) | f) CO ₂
(+4) |

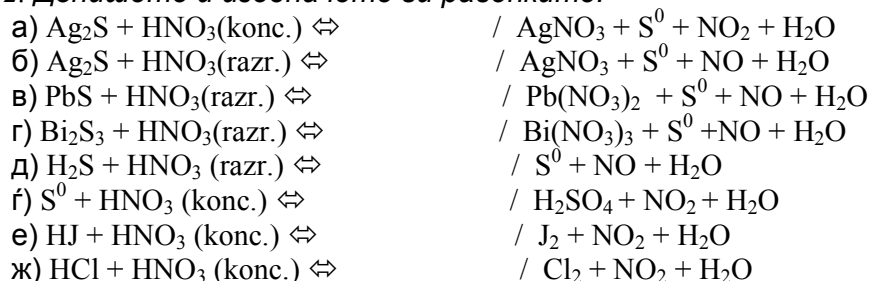
Оксидоредукциски пресметки и изедначување

1. Изедначете ги оксидоредукциски равенките на реакциите:

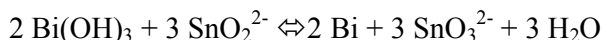
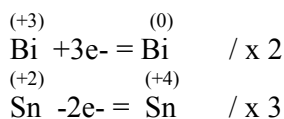
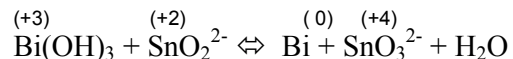




2. Допишете и изедначете ги равенките:



3. Реакцијата меѓу бизмут (III) хидроксид и SnO_2^{2-} јоните се одвива во базна средина при што се добива елементарен бизмут и SnO_3^{2-} .
Издначете ја равенката и одредете ги моларните и тежинските односи во кои реагираат реактантите.



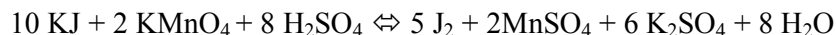
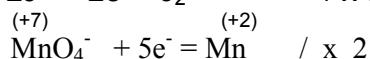
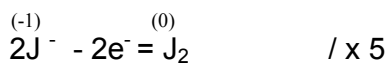
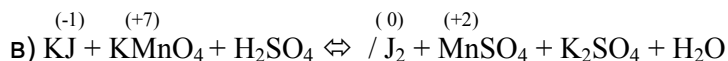
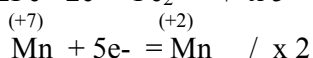
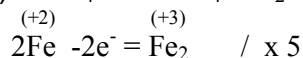
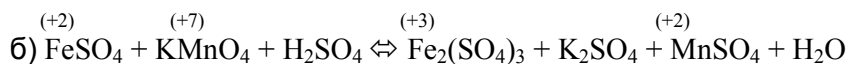
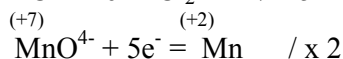
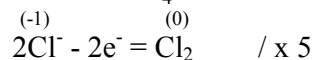
-од равенката добиваме дека 2 мола $\text{Bi}(\text{OH})_3$ реагираат со 3 мола SnO_2^{2-} .
Според M_r може да ги одредиме и тежинските односи:

$$M_r(\text{Bi}(\text{OH})_3) = 259,98$$

$$M_r(\text{SnO}_2^{2-}) = 150,69$$

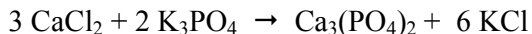
519,96 g $\text{Bi}(\text{OH})_3$ реагираат(еквивалентни се) со 452,07 g SnO_2^{2-} .

4. Напишете ги равенките на реакциите:



4.3. ПРЕСМЕТУВАЊЕ ВРЗ ОСНОВА НА ХЕМИСКА РАВЕНКА

Пример 1: Колку CaCl_2 и K_3PO_4 треба да се земе, за да се добие 100 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$?



Прво треба да ја изразиме оваа количина во молови, имајќи ја во предвид $M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$:

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{m}{M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} = \frac{100\text{g}}{310,18 \text{ g/mol}} = 0.322\text{mol}$$

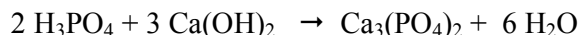
Од реакцијата имаме дека за 1mol $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ потребно е 3 mol CaCl_2 и 2 mol K_3PO_4 , па следува дека за 0.322mol $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, потребно е 3 x 0.322 (0.966) mol CaCl_2 и 2 x 0.322 (0.644) mol K_3PO_4 .

Па имаме:

$$m(\text{CaCl}_2) = n M = 0.966 \text{ mol} \times 110.9 \text{ g/mol} = \mathbf{107.22\text{g CaCl}_2}$$

$$m(\text{K}_3\text{PO}_4) = n M = 0.644 \text{ mol} \times 212.27 \text{ g/mol} = \mathbf{136.70\text{g K}_3\text{PO}_4}$$

Пример 2: Колку грами H_3PO_4 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ треба да се земе, за да се добие 100g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$?



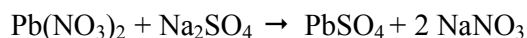
$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{m}{M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} = \frac{100\text{g}}{310,18 \text{ g/mol}} = 0.322 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n M = 0.644 \text{ mol} \times 98.00 \text{ g/mol} = \mathbf{63.112\text{g H}_3\text{PO}_4}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n M = 0.966 \text{ mol} \times 74.09 \text{ g/mol} = \mathbf{71.57\text{g Ca}(\text{OH})_2}$$

Задачи за решавање:

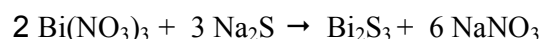
1. Колку Na_2SO_4 е потребно да се исталожи целото олово од раствор кој содржи 100g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ како PbSO_4 ?



$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m}{M_r(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{100\text{g}}{331,21 \text{ g/mol}} = 0.3019 \text{ mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n M = 0.3019 \text{ mol} \times 142.04 \text{ g/mol} = \mathbf{42.88 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}$$

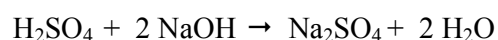
2. Колку кристален Na_2S треба да се земе од раствор кој содржи 100 g бизмут (II) нитрат- пентахидрат, за целиот бизмут да се исталожи како бизмут (III) сулфид? (Na_2S кристализира со 9 молекули на вода)



$$n(\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \times 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M_r} = \frac{100\text{g}}{485.07 \text{ g/mol}} = 0.2061 \text{ mol}$$

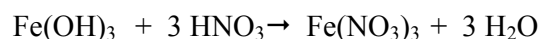
$$m(\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}) = n M = 0.3019\text{mol} \times 240.18\text{g/mol} = \mathbf{74.25\text{g Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}}$$

3. Колку грами H_2SO_4 се неутрализира со 40g NaOH ?



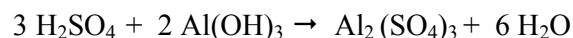
Решение: 31.00g

4. Колку грама $\text{Fe}(\text{OH})_3$ се неутрализира со еден мол HNO_3 ?



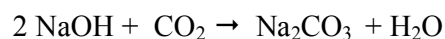
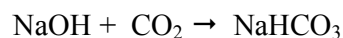
Решение: 25.62g

5. Колку мола H_2SO_4 се неутрализира со 100g $\text{Al}(\text{OH})_3$?



Решение: 1.923mol

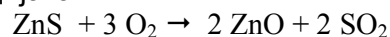
6. Колку грами NaOH реагира со 132 g јаглерод (IV)оксид, ако се создаваат кисели соли, а колку ако се создаваат нормални соли?



Решение: а) 120.00g за кисела сол

б) 240.00g за нормална сол

7. При загревање на сфалерит на воздух, тој преоѓа во цинк оксид по реакцијата:



Колку може да се добие цинк оксид и сулфур (IV) оксид од 1тон сфалерит?

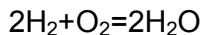
Решение: 835kg ZnO и 657.5kg SO_2

4.4. Пресметки врз база на хемиска равенка со лимитирачки реагенси

Лимитирачки реактант е реактантот што ја лимитира количината на продуктот што ќе биде добиен при хемиската реакција.

Пример 1: Колку мола H_2O ќе се добијат при реакција на 2 мола H_2 и 4 мола O_2 ?

Равенката на хемиската реакција е:



$$n(\text{H}_2) = 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 4 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Постапка на решавање: Најпрво правиме однос помеѓу моловите на реактантите од хемиската равенка, за да видиме колкав е нивниот ТЕОРЕТСКИ ОДНОС:

Од хемиската равенка $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, гледаме дека: $n(\text{H}_2) / n(\text{O}_2) = 2/1$

Значи, за да изреагираат целосно 2 мола на H_2 потребен е само 1 мол O_2 . Тоа значи, бидејќи имаме 4 мола на O_2 присутни во експериментот, тој реактант ни е во вишок, па количеството на H_2O што ќе се добие се пресметува според количеството на реактантот што целосно ќе изреагира, а тоа во случајов е H_2 . Значи пак од равенката го правиме односот на тоа што ни се бара (во случајов моловите H_2O) и моловите на тоа што целосно ќе изреагира (во случајов моловите H_2):

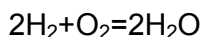
$$n(\text{H}_2\text{O}) / n(\text{H}_2) = 2/2 = 1; n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = \mathbf{2 \text{ мола вода}}$$
 кои ќе се добијат

Пример 2: Колку мола H_2O ќе се добијат, при потполно реагирање на 3,3 мола O_2 ?

Постапка на решавање:

- ја пишуваме и израмнуваме хемиската равенка

- го пишуваме односот на моловите на она што ни се бара врз она што ни е дадено



$$n(\text{O}_2) = 3,3 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

-Односот на моловите на тоа што ни се бара во задачата и на тоа што ни е дадено е еднаков на односот од нивните стехиометриски коефициенти во хемиската равенка:

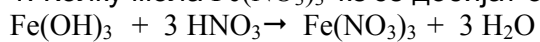
$$n(\text{H}_2\text{O}) / n(\text{O}_2) = 2/1 = 2$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times n(\text{O}_2)$$

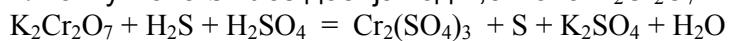
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 3,3 \text{ mol} = 6,6 \text{ mol}$$

Задачи

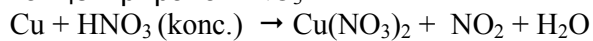
1. Колку мола $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ќе се добијат од 45 мола HNO_3 ?



2. Колку мола S ќе се добијат од 2,5 мола $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$?



3. Колку мола NO_2 ќе се добијат од 5g елементарен бакар, со дејство на концентрирана HNO_3 ?



Вежба бр. 5. Раствори (Лабораториска вежба)

Прибор и реагенси: Лабораториски чаши, одмерни тиквички, аналитичка вага, мензура, концентрирана хлороводородна киселина, натриум хидроксид, амонијак, калиум јодид, калиум бихромат, сребро нитрат, оловен нитрат, стронциум нитрат, калциум хлорид анхидричен, калциум хлорид хексахидрат, бариум хлорид

1. Подготвување и разредување на раствори

Задача:

1. Изработи 500 mL 2M воден раствор на хлороводородна киселина, HCl, користејќи концентрирана хлороводородна киселина, HCl*
2. Изработи 0,5 L 2 M воден раствор на натриум хидроксид* (одмерната тиквичка за изработка на растворот држи ја потопена во млека водена бања)
3. Изработи 0,5 L 2 M воден раствор на амониум хидроксид*
4. Изработи 0,5 L 0,2 M воден раствор на калиум јодид*
5. Изработи 0,5 L 0,4 M воден раствор на калиум бихромат*
6. Изработи 0,5 L воден раствор на сребро нитрат* со концентрација $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$
7. Изработи 0,3 L воден раствор на оловен нитрат* со концентрација $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$
8. Изработи 0,5 L 0.1 M воден раствор на бариум хлорид*
9. Изработи 0,5 L 0.1 M воден раствор на стронциум нитрат*
10. Изработи 0,5 L 0.1 M воден раствор на калциум хлорид користејќи хидратна форма на калциум хлорид*
11. Изработи 0,5 L 0.1 M воден раствор на калциум хлорид користејќи безводен калциум хлорид*

***Податоците за молекулската маса и концентрацијата за секоја хемиска супстанца пронајди ги на етикетата на оригиналното пакување.**

Подготвувај ги растворите во дигестор!

2. Определување на густина на раствори

Определување на релативна густина се врши преку определување на односот на масата на определен волумен на испитуваниот раствор и масата на ист волумен на вода при температура од 20°C.

Прибор и реагенси: пикнометар, раствор 2 M воден раствор на натриум хидроксид, 0,4 M воден раствор на калиум бихромат,

Постапка:

Измери празен сув пикнометар на аналитичка вага и забележи ја неговата маса (m_1). Истиот пикнометар наполни го со раствор (во капиларата на затвораот не смеет да има заробен воздух, а вишокот на течност од надворешната страна се впира со памук или филтер хартија) и измери ја масата на наполнетиот пикнометар (m_2).

Испразни го пикнометарот наполнет со раствор, исплакни го со дестилирана вода, наполни го со дестилирана вода (вишокот капки од вода од надворешната страна отстрани ги со филтер хартија) и измери ја масата на наполнетиот пикнометар со дестилирана вода (m_3).

Релативната густина на испитуваниот раствор се одредува според следната формула

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \cdot \rho_{H_2O}$$

Вежба бр. 6. Хемиски реакции (Лабораториска вежба)

Редокс реакции

Реакција на оксидација и редукција

Прибор и реагенси:

епрувети (5 парчиња), држач за епрувети, капалка со гумена пумпа, мензура од 10 mL, чаша од 250 mL, гранули на цинк, бакар (жица или прав),

раствор на хлороводородна киселина ($c(\text{HCl}) = 6 \text{ mol dm}^{-3}$),

раствор на азотна киселина (конц. HNO_3),

раствор на натриум оксалат ($c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$),

раствор на сулфурна киселина ($c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6 \text{ mol dm}^{-3}$),

раствор на калиум перманганат ($c(\text{KMnO}_4) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$),

раствор на натриум сулфит ($c(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$),

раствор на натриум хидроксид ($c(\text{NaOH}) = 10 \text{ mol dm}^{-3}$).

ВНИМАНИЕ! РАБОТИ ВО ДИГЕСТОР И ВНИМАВАЈ ДА НЕМА ОТВОРЕН ПЛАМЕН ВО БЛИЗИНА !

Проба 1. Наполни ја епруветата со 2 mL хлороводородната киселина и во неа додај мала гранула од цинк. Забележи ги промените.

Проба 2. Наполни ја епруветата со 2 mL хлороводородната киселина и во неа додај 0,5 mL бакар. Забележи ги промените.

Проба 3. Наполни ја епруветата со 1 mL концентрирана азотна киселина и во неа додај 0,15 g бакар. Откако целата количина на бакар ќе изреагира, во растворот додај 5 mL вода. Забележи ги промените.

Споредите ги набљудувањата во текот на пробите 1, 2 и 3.

Проба 4. Наполни ја епруветата со 1 mL воден раствор на натриум оксалат, додај 10 капки сулфурна киселина и смесата добро промешај ја. Во оформениот раствор додај 1-2 капки раствор на калиум перманганат и промешај ја содржината на епруветата. Откако ќе ја забележиш промената на содржината, постави ја епруветата **во** водена бања и следи ја промената на бојата. Како водена бања може да послужи чаша со вода.

Проба 5. Наполни ја епруветата со 3 mL воден раствор на натриум сулфит, додај 1 mL од растворот на натриум хидроксид и промешај ја содржината во епруветата. Додај 1 капка од растворот на KMnO_4 . Забележи ги промените. Дополнително, една по една, додај 10 капки од растворот на KMnO_4 и забележи ја промената.

Споредите ги набљудувањата во текот на пробите 4 и 5.

Прашања:

1. Напиши ја равенката за реакција на магнезиум и разреден воден раствор на азотна киселина. Реакцијата изедначи ја според јон-електрон методата.
2. Објасни ги разликите кои се забележуваат при споредба на набљудувањата во текот на пробите 1,2 и 3.

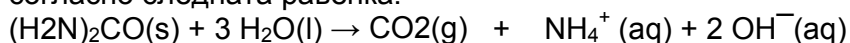
3. Објасни ги разликите кои се забележуваат при споредба на набљудувањата во текот на пробите 4 и 5.
4. Објасни ги поимите оксидација и редукција.

Реакции на таложeње

Добивање на калциум оксалат монохидрат

Нерастворливиот талог на калциум оксалат монохидрат, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, се формира при реакција на калциумови и оксалатни јони во базна средина:
 $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$

Во кисела средина се присутни $\text{HC}_2\text{O}_4^{-}(\text{aq})$ јони и не се формира очекуваниот талог. Во овој експеримент киселоста на растворот се намалува со додаток на уреа т.е. преку нејзиното термичко разложување согласно следната равенка:



Прибор и реagensи: 2 чаши од 100 mL и чаша од 250 mL, ерленмаер 250 mL, два ерленмаери од 100 mL, мензура од 100 mL, стаклена прачка, термометар, епрувета, Бихнерова инка, калциум нитрат тетрахидрат ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), оксална киселина дихидрат ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и уреа ($(\text{H}_2\text{N})_2\text{CO}$).

Постапка

1. Пред почеток на изработка на растворите со пропишаните концентрации пресметај колку е потребно да се измери од:
 - a. Калциум нитрат тетрахидрат за изработка на 25 mL раствор во количинска концентрација на калциум нитрат од $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$.
 - b. Дихидрат на оксална киселина за изработка на 25 mL раствор во количинска концентрација од $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$.
 - c. Уреа за изработка на 50 mL раствор во количинска концентрација од $0,75 \text{ mol dm}^{-3}$.

Пред да пристапите кон изработка на растворите, пресметаните вредности приложите ги на увид на асистентот.

2. Изработка на раствори:
 - a. Во чаша од 100 mL подгответе 25 mL раствор на калциум нитрат во количинска концентрација $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$.
 - b. Во друга чаша од 100 mL подгответе 25 mL раствор на оксална киселина во количинска концентрација $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$.
 - c. Во чаша од 250 mL подгответе 50 mL раствор на уреа во количинска концентрација $0,75 \text{ mol dm}^{-3}$.
3. Во ерленмаер од 100 mL измешај 25 mL раствор на калциум нитрат ($0,5 \text{ mol dm}^{-3}$) и 25 mL раствор на уреа ($0,75 \text{ mol dm}^{-3}$).
4. Во другиот ерленмаер од 100 mL измешај 25 mL раствор на оксална киселина ($0,5 \text{ mol dm}^{-3}$) и 25 mL раствор на уреа ($0,75 \text{ mol dm}^{-3}$).

5. Во ерленмаер од 250 mL измешај ги растворите од првиот и вториот ерленмаер и загревај ја содржината околу 15 минути на 70 °C.
6. Оформениот талог исфилтрирај го преку Бихнерова инка под вакум додека растворот се уште е топол, исплакни го талогот со неколку mL вода, а потоа остави го да се исуши на воздух.
7. Калциум оксалат монохидрат заедно со филтер хартија префрлете го на подлога за мерење. Талогот внимателно одделете го со помош на шпатула.
8. Пресметај го приносот од реакцијата. Талогот предадете го на лаборантот.

Прашања:

1. Напиши ја равенката за реакција на дисоцијација на оксална киселина
2. Во која метода се искористува својството на слабата растворливост на калциум оксалат монохидрат за квантитативно одредување на содржината на калциум во непознат примерок?
3. Според бројот на функционални групи во кој тип на киселини припаѓа оксалната киселина. Наведи уште еден пример на таков тип на киселина?

Вежба бр.7

Пресметковни вежби од РАСТВОРИ

Раствори, количинска и масена концентрација, масен удел, разредување на раствори;

Дефиниција: *Раствори* претставуваат хомогени смеси на чисти супстанции, односно растворите содржат две или повеќе супстанции измешани до состојба на молекулска дисперзија.

Компонентата која се наоѓа во поголема количина од другите, се нарекува *растворувач* (чиста супстанција или смеса на супстанции), а останатите компоненти се наречени *растворени супстанции*.

7.1. Квантитативно, составот на растворите се изразува со **удели**:

Масен удел на некоја супстанција во смеса или во раствор е еднаков на односот на масата на таа супстанција наспрема вкупната маса на сите супстанции во смесата или растворот:

$$\omega_B = \frac{m_B}{\sum m_i} \quad \text{или} \quad \omega_A = \frac{m_A}{m_A + m_B}$$

Пример 1: Да се пресмета масениот удел на Na_2CO_3 во раствор со концентрација 1 mol/dm^3 , ако густината на растворот е 1.098 g/cm^3 ?

Еден кубен дециметар од растворот има маса 1098 g , а содржи 1 mol , односно $106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$, а за масениот удел на натриум карбонатот имаме:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m_A}{m_A + m_B} = \frac{106 \text{ g}}{1098 \text{ g}} = 0.0965 = 9.65\%$$

Количински (молски) удел некоја супстанција во смеса или во раствор е еднаков на односот на количеството на таа супстанција наспроти вкупната количина на сите супстанции во смесата или растворот:

$$x_B = \frac{n_B}{\sum n_i} \quad \text{или} \quad x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

Пример 2 : Колкав е количинскиот удел на Na_2CO_3 во раствор со концентрација 1 mol/dm^3 , ако густината на растворот е 1.098 g/cm^3 ?

Растворот со концентрација 1 mol/dm^3 содржи $106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$, растворени во 992 g вода. Имајќи ја во предвид $M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105.99 \text{ g/mol}$ и $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$, добиваме:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m/M = 106\text{g} / 106\text{ g/mol} = 1\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m/M = 992\text{ g} / 18\text{ g/mol} = 55.1\text{mol}$$

$$x(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{1\text{mol}}{1\text{mol} + 55.1\text{mol}} = 0.0178 = 1.78\%$$

Волуменски удел :

$$\phi_B = V_B / \Sigma V_i$$

7.2. Поимот концентрација се однесува на величините кои го одредуваат составот на некоја гасовита, течна или цврста смеса. Разликуваме:

Концентрација на растворена супстанција (молска концентрација), која го претставува односот на количеството на растворената супстанција и волуменот на растворот:

$$c_B = \frac{n_B}{V_{r-r}} \quad \left[\frac{\text{mol}}{\text{m}^3} = \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$$

Пример 3: Да се подготви 250cm^3 раствор на натриум карбонат со концентрација 2 mol/dm^3 .

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c V = 2\text{ mol/dm}^3 \times 0.250\text{ dm}^3 = 0.5\text{ mol}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105.99\text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n M = 0.5\text{ mol} \times 105.99\text{ g/mol} = \mathbf{53.00\text{ g}}$$

Масена концентрација на растворена супстанција го претставува односот на масата растворената супстанција и волуменот на растворот:

$$\gamma_B = \frac{m_B}{V_{r-r}} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \right]$$

Пример 4: Да се подготви 250cm^3 раствор на натриум карбонат со масена концентрација 100 g/dm^3 .

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \gamma V = 100\text{ g/dm}^3 \times 0.250\text{ dm}^3 = \mathbf{25\text{g}}$$

Задачи за решавање:

1. Колку треба да се измери Na_2SO_4 , за да се подготви 250 cm^3 раствор со масена концентрација 20, 60 и 150 g/dm^3 ?

$$V = 250 \text{ cm}^3 = 0.25 \text{ dm}^3$$

$$\gamma = \frac{m}{V} \quad \bullet \quad m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \gamma V = 20 \text{ g/dm}^3 \times 0.250 \text{ dm}^3 = \mathbf{5g}$$

Решение: 5, 15 и 37.5g.

2. Колку треба да се измери Na-тиосулфат за да се подготви 400 g 5% и 25% раствор на Na-тиосулфат во вода? Да се пресметаат масените удели на Na-тиосулфат во наведените раствори.

$$m_{(p-p)} = 400g, \omega = 0.05 \quad \omega_A = \frac{m_A}{m_A + m_B} \quad m = \omega \times m_{(p-p)} = 0.05 \times 400g = \mathbf{20g}$$

или: 5%р-ор 5г:100=x:400г=>x=20г $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и $\omega_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 20\text{г}/400\text{г} = 0,05$

Решение: 20g и 100g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ со масени удели 0.05 и 0.25.

3. Колку треба да се измери NaOH за да се подготви раствор со волумен 800 cm^3 , 10%, со густина 1.0918 g/cm^3 ?

$$m = \rho V = 1.0918 \text{ g/cm}^3 \times 800 \text{ cm}^3 = 873.44g \text{ - маса на растворот;}$$

$$\omega = 0.10 \text{ (10\%)}$$

$$\omega = m / m_{(p-p)} ; \quad m = \omega \times m_{(p-p)} = 0.1 \times 873.44g = \mathbf{87.34g NaOH}$$

Решение: 87.34g NaOH.

4. Колкава е молската концентрација на раствор од сребро нитрат, ако масената концентрација е 100 g/dm^3 ?

$$\gamma = m / V = nM/V$$

$$n = \gamma V / M = 100 \text{ g/dm}^3 \times 1 \text{ dm}^3 / 168.89 \text{ g/mol} = 0.589 \text{ mol/dm}^3$$

Решение: 0.589 mol/dm³

5. Колку треба да се измери калиум перманганат за да се подготви 1 литар раствор со молска концентрација $0,1 \text{ mol/dm}^3$?

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$n = c V = 0.1 \text{ mol/dm}^3 \times 1 \text{ dm}^3 = 0.1 \text{ mol}$$

$$m = n M = 0.1 \text{ mol} \times 158.03 \text{ g/mol} = \mathbf{15.803g KMnO_4}$$

Решение: 15.803g KMnO_4 .

7.3. Разредување на раствори

При разредувањето на раствори, се намалува нивната концентрација, но количината на растворената супстанција не се менува, па имаме:

$$c_1 = \frac{n_1}{V_1} \quad \text{и} \quad c_2 = \frac{n_2}{V_2} \quad \text{а бидејќи} \quad n_1 = n_2, \quad \text{имаме:}$$

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

-бидејќи масената е поврзана со молската концентрација, важи и :

$$\gamma_1 V_1 = \gamma_2 V_2$$

Пример 1: До кој волумен треба да се разреде 200 cm^3 раствор на сулфурна киселина со масена концентрација $\gamma = 120 \text{ g/dm}^3$, за да се добие раствор со масена концентрација $\gamma = 50 \text{ g/dm}^3$?

$$V_2 = \frac{\gamma_1 V_1}{\gamma_2} = \frac{120 \text{ g/dm}^3 \times 200 \text{ cm}^3}{50 \text{ g/dm}^3} = 480 \text{ cm}^3$$

Пример 2: Ако се измешаат 2.5 dm^3 раствор на NaCl со концентрација $c_1 = 0.125 \text{ mol/dm}^3$ со 0.75 dm^3 раствор со концентрација $c_2 = 0.5 \text{ mol/dm}^3$, ако волумените се адитивни, се добива 3.25 dm^3 раствор на NaCl. Пресметајте ја концентрацијата на добиениот раствор!

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_3 V_3$$

$$c_3 = \frac{c_1 V_1 + c_2 V_2}{V_3} = \frac{0.125 \times 2.5 + 0.5 \times 0.75}{3.25} = 0.2115 \text{ mol/dm}^3$$

Пример 3: Располагаме со раствор на AgNO_3 со $c = 0.1 \text{ mol/dm}^3$. Како ќе подготвиме 50 cm^3 раствор на AgNO_3 со концентрација $2 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$?

Количината на потребниот AgNO_3 е:

$$n = c_2 V_2 = 0.05 \times 2 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Треба да видиме во кој волумен се наоѓа ова количество AgNO_3 , па имаме:

$$V_1 = n_2 / c_1 = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} / 0.1 \text{ mol/dm}^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 = 1 \text{ cm}^3$$

Значи, ќе земеме 1 cm^3 и ќе го разредиме до волумен од 50 cm^3 .

Пример 4: Колкав волумен од раствор на HCl со концентрација $c_1 = 0.1 \text{ mol/dm}^3$ и со концентрација $c_2 = 0.5 \text{ mol/dm}^3$, треба да се измешаат, за да се добие 2 dm^3 раствор од HCl, со концентрација $c_3 = 0.2 \text{ mol/dm}^3$?

$$c_1V_1 + c_2V_2 = c_3V_3, \text{ односно } V_1 + V_2 = V_3$$

$$V_2 = \frac{c_3V_3 - c_1V_1}{c_2}, \text{ со замена на } V_2 \text{ добиваме:}$$

$$V_1 + \frac{c_3V_3 - c_1V_1}{c_2} = V_3 \quad / \times c_2 \quad \rightarrow \quad V_1c_2 + c_3V_3 - c_1V_1 = V_3c_2 \quad \rightarrow$$

$$V_1(c_2 - c_1) = V_3(c_2 - c_3) \quad \rightarrow \quad V_1 = \frac{V_3(c_2 - c_3)}{(c_2 - c_1)} = \frac{2\text{dm}^3 \times (0.5 - 0.2) \text{ mol/dm}^3}{(0.5 - 0.1) \text{ mol/dm}^3} = 1.5\text{dm}^3$$

$$\rightarrow \rightarrow V_2 = V_3 - V_1 = 2\text{dm}^3 - 1.5\text{dm}^3 = 0.5\text{dm}^3$$

Пример 5: Во кој сооднос треба да се измешаат растворите на NaOH со концентрација c_1 (NaOH) = 0.2 mol/dm³ и c_2 (NaOH) = 0.5 mol/dm³, за да се добие раствор со концентрација c_3 (NaOH) = 0.375 mol/dm³, со претпоставка на адитивност на волумените?

$$c_1V_1 + c_2V_2 = c_3V_3, \text{ односно } V_1 + V_2 = V_3;$$

$$\begin{aligned} c_1V_1 + c_2V_2 &= c_3(V_1 + V_2) \quad / : V_1 \quad \rightarrow \rightarrow \quad c_1 + \frac{V_2}{V_1}c_2 = c_3 + \frac{V_2}{V_1}c_3 \quad \rightarrow \rightarrow \\ \frac{V_2}{V_1}(c_2 - c_3) &= (c_3 - c_1) \quad \rightarrow \rightarrow \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{c_3 - c_1}{c_2 - c_3} = \frac{(0.375 - 0.2) \text{ mol/dm}^3}{(0.5 - 0.375) \text{ mol/dm}^3} = 1.4 \end{aligned}$$

За да се добие раствор со саканата концентрација, треба да се измешаат V_2 / V_1 во однос 1.4 спрема 1, односно да се земе 1.4 пати поголем волумен од растворот со концентрација 0.5 mol/dm³.

Задачи:

1. Во кој сооднос треба да се измешаат растворите на Ca(OH)₂ со концентрација c_1 (Ca(OH)₂) = 0.1 mol/dm³ и c_2 (Ca(OH)₂) = 0.5 mol/dm³, за да се добие раствор со концентрација c_3 (Ca(OH)₂) = 0.3 mol/dm³, со претпоставка на адитивност на волумените?

$$c_1V_1 + c_2V_2 = c_3V_3, \text{ односно } V_1 + V_2 = V_3;$$

$$c_1V_1 + c_2V_2 = c_3(V_1 + V_2) \quad / : V_1 \quad \rightarrow \rightarrow \quad c_1 + \frac{V_2}{V_1}c_2 = c_3 + \frac{V_2}{V_1}c_3 \quad \rightarrow \rightarrow$$

$$\frac{V_2}{V_1}(c_2 - c_3) = (c_3 - c_1) \quad \rightarrow \rightarrow \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{c_3 - c_1}{c_2 - c_3} = \frac{(0.3 - 0.1) \text{ mol/dm}^3}{(0.5 - 0.3) \text{ mol/dm}^3} = 1$$

Вежба бр 8. Термохемија-определување на топлинските ефекти при хемиските реакции (Лабораториски вежби)

Експеримент бр.1. Топлински ефект на растворање на цврсти супстанции

Прибор и реагенси: дестилирана вода, заситен раствор на калиум нитрат, заситен раствор на натриум хлорид, заситен раствор на калциум ацетат, 6 епрувети, термометар, водена бања

Постапка.

Проба 1. Наполни ја епруветата со 3 mL на заситен раствор на калиум нитрат и во неа дополнително се додава мала количина на калиум нитрат. Загревај ја епруветата на водена бања и забележи ги промените.

Проба 2. Наполни ја епруветата со 3 mL на заситен раствор на натриум хлорид и во неа дополнително се додава мала количина на натриум хлорид. Загревај ја епруветата на водена бања и забележи ги промените.

Проба 2. Наполни ја епруветата со 3 mL на заситен раствор на калциум ацетат и во неа дополнително се додава мала количина на калциум ацетат. Загревај ја епруветата на водена бања и забележи ги промените.

Задача. Врз основа на промените на температурата на растворите, како и нивното однесување при загревање да се наведат топлинските ефекти на растворање на супстанциите.

Експеримент бр. 2. Зависност на растворливоста на цврстите супстанции од температура

Прибор и реагенси: дестилирана вода, калиум нитрат, 6 епрувети, термометар, водена бања

Постапка

Измери 8 g од калиум нитрат и префрли ја содржината во епрувета што содржи 5 mL дестилирана вода.

Загревај го растворот на водена бања до потполно растворање на цврстата супстанца.

Разлади го растворот до собна температура и при тоа забележи ја температурата на која се појавуваат првите кристали.

Во истата епрувета додај 5 mL вода и повтори ја горенаведената постапка на загревање и следење на појава на прекристализација на цврстата супстанца.

Горенаведената постапка повтори ја поединечно уште два пати со додавање на 5 mL вода.

Задача

1. Претстави ја графички зависноста на растворливоста на калиум нитрат од температура според добиените експериментални резултати од мерење на температура. На апцисата нанеси ги

вредностите за температура изразени во келвини, а на ординатата вредноста за коефициентот на растворливост (g на растворлива супстанца во 100 mL вода)

2. Определи го коефициентот на растворливост на калиум хлорид на 25°C ако за заситување на 25g вода на оваа температура се потребни 8,75g KCl.

Вежба бр. 9

РАСТВОРИ НА ЕЛЕКТРОЛИТИ

Концепт на киселост и pH

9.1 Константа на дисоцијација

Во растворите на електролити, како што се киселини, бази и соли, се наоѓаат електронаелектризирани честици од тие супстанции т.е јони, па соодветно во тие раствори доаѓа до дисоцијација.

Најчесто како растворувач во растворите се јавува водата.

Поради големиот диполен момент на водата, условен од нејзината молекулска градба, молекулите вода имаат тенденција да ги хидратизираат јоните (водата е поларен растворувач).

Супстанциите кои дисоцираат во поголема мерка се викаат силни електролити (сулфурна к-на, азотна к-на, повеќето соли), а оние кои послабо дисоцираат се слаби електролити (оцетна к-на, амониум хидроксид, цијановодородна к-на).

Процесот на дисоцијација на електролитите на јони е урамнотежен процес на кој може да се примени законот за делување на масите.

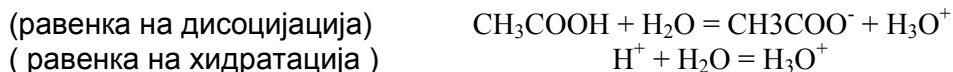
Пример: $\text{MgSO}_4 = \text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

Кога на процесот на дисоцијација на електролитот (MgSO_4), се примени законот за дејство на масите, тогаш рамнотежата во електролитниот раствор може да се изрази со концентрациската константа на рамнотежа:

$$K_c = \frac{[\text{Mg}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{MgSO}_4]}$$

Поради својствата на водата секој процес на дисоцијација го прати и процес на хидратација:

Пример:



Во водени раствори протонот секогаш е хидратизиран и соодветно растворот содржи хидратизирани јони H_3O^+ т.н. хидроксониум јон.

Во разредените раствори, со кои најчесто се работи, количината на растворувачот е многу голема во однос на растворената супстанција и во текот на реакцијата неговата концентрација незначително се менува и затоа не се зема во обзир, па концентрациската константа на дисоцијација на оцетната киселина која се вика константа на дисоцијација, се изразува како:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Општиот израз за константа на дисоцијација за киселини (HA) во рамнотежа со H_3O^+ и A^- се запишува како:

$$K_{\text{HA}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Ако наместо H_3O^+ јонот се напише H^+ , како што е вообичаено во хемиските реакции, константата на дисоцијација на киселините е :

$$K_{\text{HA}} = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Како што дисоцираат киселините, така дисоцираат и базите, со ослободување на хидроксилан јон:

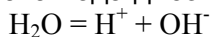


$$K_{\text{MOH}} = \frac{[\text{M}^+][\text{OH}^-]}{[\text{MOH}]}$$

каде K_{MOH} е константа на дисоцијација на база (MOH).

9.2. Јонски производ на водата и pH

Како сите електролити и чистата вода дисоцира:



Ако водата се третира како растворувач со постојано влијание на константата на рамнотежа на растворената супстанција, во случајов јоните H^+ и OH^- , константата на рамнотежа меѓу тие јони се дефинира како:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{w}} = 10^{-14} \text{ mol}^2\text{dm}^{-6}$$

Производот од концентрациите на јоните H^+ и OH^- (K_{w}) се вика јонски производ на водата.

Во потполно чиста вода конц. на H^+ е еднаква со конц. на OH^- :

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

Ако во водениот раствор со додавање на некоја киселина се зголеми конц. на H^+ , во растворот ќе се намали конц. на OH^- така да производот од конц. на јоните H^+ и OH^- пак биде $10^{-14} \text{ mol}^2\text{dm}^{-6}$ (јонски производ на водата).

Кога во некој раствор концентрацијата на $[H^+]$ е еднаква на $[OH^-]$ растворот е неутрален.

Кисели се оние раствори во кои конц. на $[H^+]$ е поголема од конц. на $[OH^-]$, а базични се оние раствори во кои конц. на $[OH^-]$ е поголема од конц. на $[H^+]$ јоните.

Според тоа конц. на H^+ јоните може да служи како мерка за киселоста или базичноста на некој раствор.

За поедноставно изразување на конц. на H^+ , т.е. киселоста или базичноста на растворот, воведен е т.н. водороден експонент(pH) кој се дефинира со изразот:

$$10^{-pH} = [H^+]/\text{mol dm}^{-3} \quad \text{односно} \quad pH = -\log([H^+]/\text{mol dm}^{-3})$$

Аналогно на pH може конц. на хидроксидните јони да се изрази со величината pOH.

Односот меѓу pH, pOH, концентрацијата на водородните и хидроксидните јони е претставен во следната табела:

$[H_3O^+]/\text{mol dm}^{-3}$	pH	$[OH^-]/\text{mol dm}^{-3}$	pOH	
10^0	0	10^{-14}	14	кисело
10^{-1}	1	10^{-13}	13	кисело
10^{-2}	2	10^{-12}	12	кисело
-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
10^{-6}	6	10^{-8}	8	слабо кисело
10^{-7}	7	10^{-7}	7	неутрално
10^{-8}	8	10^{-6}	6	слабо базично
-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
10^{-12}	12	10^{-2}	2	базични
10^{-13}	13	10^{-1}	1	базично
10^{-14}	14	10^0	0	базично

Пример 1:

Некој раствор има pH = 6,6. Пресметајте ја приближната конц.на јоните H^+ и OH^- и pH на растворот.

$$pH = -\log([H^+]/\text{mol dm}^{-3}) \quad /x -1$$

$$\log([H^+]/\text{mol dm}^{-3}) = -pH = -6,6$$

изразот напишан во облик за антилогаритмување гласи:

$$\log([H^+]/\text{mol dm}^{-3}) = 0,4 -7$$

со антилогаритмување на изразот се добива:

$$[H^+]/\text{mol dm}^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-7}$$

Концентрацијата на OH^- јоните може да се пресмета од јонскиот производ на водата:

$$[\text{OH}^-] = \frac{[\text{Kw}]}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{2,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}} = 0,4 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

Ако се логаритмува вредноста на конц. на OH^- и добиениот резултат се земе со негативен предзнак, се добива pOH на растворот кој во овој случај изнесува $\text{pOH} = 7,4$.

Ако изразот за јонски производ на водата се логаритмува, се добива релацијата:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

од оваа релација може да се пресмета и pOH на растворот:

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 6,6 = 7,4$$

Задачи

1. Пресметај ја pH на растворот, ако концентрацијата на водородните јони е $4,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

$$[\text{H}^+] = 4,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3})$$

$$\text{pH} = -\log(4,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}/\text{mol dm}^{-3}) = 2,37$$

2. Пресметај ја pOH на растворот, ако концентрацијата на водородните јони е $3,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

$$[\text{H}^+] = 3,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3})$$

$$\text{pH} = -\log(3,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}/\text{mol dm}^{-3})$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = 12,51$$

3. Пресметај ја концентрацијата на водородните јони во раствор со $\text{pH} = 4,62$!

$$\text{pH} = 4,62$$

$$\text{pH} = -\log([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3})$$

$$4,62 = -\log([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3}) \text{ /антилогаритмираме}$$

$$[\text{H}^+] = 2,40 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

4. Пресметај ја концентрацијата на хидроксилните јони во раствор со $\text{pH} = 10,84$!

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= 10,84 \gg \text{pOH} = 14 - 10,84 = 3,16 \\
 \text{pOH} &= -\log([\text{OH}^-]/\text{mol dm}^{-3}) \\
 3,16 &= -\log([\text{OH}^-]/\text{mol dm}^{-3}) \text{ /антилогаритмираме} \\
 [\text{OH}^-] &= 6,92 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}
 \end{aligned}$$

5. Пресметај ја концентрацијата на водородните јони во раствор со $\text{pOH} = 6,23$!

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= 6,23 \gg \text{pH} = 14 - 6,23 = 7,77 \\
 \text{pH} &= -\log([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3}) \\
 7,77 &= -\log([\text{H}^+]/\text{mol dm}^{-3}) \text{ /антилогаритмираме} \\
 [\text{H}^+] &= 1,70 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}
 \end{aligned}$$

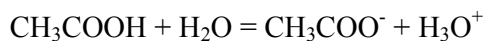
9.3 Пуфери; Хемиска рамнотежа;

9.3.1. Пуфери

Водените раствори на еден протолитен систем кои имаат својство да се спротивставуваат на промените на pH вредноста се викаат пуфери.

Пуферите се смеси од слаби киселини и нивни соли или слаби бази и нивни соли.

Пуферското дејство на растворите може да се објасни со конкретен протолитен систем, пр. оцетна киселина -натриум ацетат.



Недисоцираната оцетна киселина и ацетатните јони, настанати со дисоцијација на натриум ацетатот, се наоѓаат во рамнотежа.

$$\frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

после логаритмување на изразот се добива:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{CH}_3\text{COOH}} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \Leftrightarrow \quad \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[b]}{[a]}$$

Основни својства на пуферите

-воден раствор кој содржи еквимоларни количества од слаба киселина и нејзината соодветна база, има рН вредност еднаква на рК вредноста на киселината.

- пуферските раствори не ја менуваат рН вредноста при разредување

-пуферските раствори се стремат да си ја задржат рН вредноста, кога кон нив ќе се додаде силна киселина или силна база.

1. Пресметај колку е рН на пуферски раствор составен од оцетна киселина и натриум ацетат, каде во 100ml пуферски раствор има растворено 0,2 мола оцетна киселина и 0,7 g натриум ацетат. Константата на дисоцијација на оцетната киселина е K_a (оцетна киселина) = $1,80 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.2 \text{ mol} / 0.1 \text{ dm}^3 = 2 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 8.53 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0.1 \text{ dm}^3 = 0.0853 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{CH}_3\text{COOH}} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,80 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} + \frac{2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{0.0853 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 4.74 + 1.37 = 6.11$$

2. Колкав треба да биде односот на концентрациите на амониум хидроксид и амониум хлорид, за да добиеме пуферски раствор со рН од 9,50. Константата на дисоцијација на амониум хидроксид е $K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = -\log 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} + \log \frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$4.5 = 4.74 + \log \frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$\log \frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = 4.74 - 4.5 = 0.24$$

$$\frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = 1.73$$

3. Колку мола од HCN и NaCN треба да се измерат за да се приготви 1,5 l пуферски раствор чие рН би било 5,5.

Константата на дисоцијација на цијанидната киселина е $K_a(\text{HCN}) = 3.40 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

$$pH = pK_a + \log \frac{[NaCN]}{[HCN]} = -\log 3.40 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} + \log \frac{[NaCN]}{[HCN]}$$

$$5.5 = 4.47 + \log \frac{[NaCN]}{[HCN]}$$

$$\log \frac{[NaCN]}{[HCN]} = 5.5 - 4.47 = -1.03$$

$$\frac{[NaCN]}{[HCN]} = 0.093$$

треба да се измерат 0,093 mol NaCN и 1 mol HCN (волуменот е ист и се крати)

4. Пресметај колкава е концентрацијата на OH^- јоните во пуферски раствор составен од 0,1 мол оцетна киселина и 0,2 мол натриум ацетат. Константата на дисоцијација на оцетната киселина е K_a (оцетна киселина) = $1,80 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

$$pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COONa]} = -\log 1.80 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} + \log \frac{0.2 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol}}$$

$$pH = 4.74 + \log 2 = 4.74 + 0.30 = 5.04$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 5.04 = 8.96$$

9.3.2. Хемиска рамнотежа

- е состојба во хемиските реакции при која брзината на директната и повратната реакција се еднакви, така што концентрациите на реактантите и продуктите не се менуваат во текот на времето.

За реакцијата: $aA + bB + cC + \dots \rightleftharpoons pP + qQ + rR + \dots$
 константата на рамнотежа е дадена со изразот:

$$K = \frac{[P]^p [Q]^q [R]^r \dots}{[A]^a [B]^b [C]^c \dots}$$

- Кога $K \gg 1$: рамнотежата е поместена кон продуктите на реакција кои се фаворизираат; рамнотежните концентрации на продуктите се поголеми од тие на реактантите
- Кога $K \ll 1$: рамнотежата е поместена кон реактантите на реакција кои се фаворизираат; рамнотежните концентрации на реактантите се поголеми од тие на продуктите во дадената хемиска реакција;

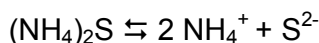
Задачи од хемиска рамнотежа:

1 Нека ја имаме реакцијата на добивање на јодоводород од јод и водород, дадена со равенката $H_2 + I_2 = 2HI$. Во состојба на рамнотежа, кај оваа реакција измерени се следните рамнотежни концентрации: $[H_2] = 0.05 \text{ mol/L}$; $[I_2] = 0.025 \text{ mol/L}$ и $[HI] = 0.025 \text{ mol/L}$. Пресметај ја константата на рамнотежа за оваа реакција..

$$K = \frac{[HI]^2}{[H][I]} = \frac{(0.025 \text{ mol} / \text{dm}^3)^2}{0.05 \text{ mol} / \text{dm}^3 * 0.025 \text{ mol} / \text{dm}^3} = 0.5$$

2. Нека на почетокот имаме само $(NH_4)_2S$. Во состојба на рамнотежа, за реакцијата на дисоцијација на амониум сулфид, најдено е дека рамнотежната концентрација на S^{2-} изнесува 0.005 mol/L , а рамнотежната концентрација на $(NH_4)_2S$ е 0.00025 mol/L . Да се пресмета константата на дисоцијација на $(NH_4)_2S$.

Треба да се напише равенката на дисоцијација, да се израмни, и од равенката да се види колку би била концентрацијата на NH_4^+ јоните, ако веќе е позната концентрацијата на S^{2-} јоните.



Од равенката гледаме дека концентрацијата на NH_4^+ е два пати поголема од концентрацијата на сулфидните јони S^{2-} , а нивната концентрација ја имаме во условот. Ако тоа го знаеме, тогаш ќе ги знаеме сите рамнотежни концентрации на сите учесници и само ќе ја примениме равенката за константата на рамнотежа, а ни се бара само константата на рамнотежа во задачата.

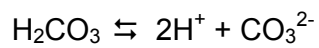
$$K = \frac{[NH_4^+]^2 [S^{2-}]}{[(NH_4)_2S]} = 1$$

$$\tau [NH_4^+] = \sqrt{\frac{0.00025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{0.005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}} = 0.2236 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$K_a = \frac{[NH_4^+]^2 [S^{2-}]}{[(NH_4)_2S]} = \frac{(0.2236 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})^2 * 0.005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{0.00025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = \text{????}$$

3. Пресметај ја константата на дисоцијација на карбонатната киселина, H_2CO_3 , ако во растворот на почетокот сме имале само јагленова киселина, а во состојба на рамнотежа сме измериле дека рН на растворот е 4.40. Во состојба на рамнотежа сме измериле дека ни останале 0.005 mol/L од недисоцирана јагленова киселина H_2CO_3

Треба да се напише равенката на дисоцијација на јагленова киселина, да се израмни, и од равенката да се види колку би била концентрацијата на $(\text{CO}_3)^{2-}$ јоните, ако веќе е позната концентрацијата на H^+ јоните.



$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 3.98 \cdot 10^{-5} \text{ mol.dm}^3$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{(3.98 \cdot 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3})^2 * 3.98 \cdot 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3}}{3.98 \cdot 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3}} = 1.58 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

Вежба бр. 10 Јонски производ на водата, хидролиза, рН и пуфери (Лабораториска вежба)

Експеримент бр.1. Определување на рН вредност на вода пред и по додавање на јака база, односно јака киселина

Прибор и реагенси: дестилирана вода, 2 mol/L раствор на HCl, 2 mol/L раствор на NaOH, чаша.

Постапка.

Проба 1. Во лабораториска чаша стави 18 mL дестилирана вода и измери ја и забележи ја рН вредноста

Проба 2. Во лабораториска чаша стави 18 mL дестилирана вода и додај во порции (0,5; 1;1,5;2 и 2,5 mL) од 2 mol/L раствор на HCl, а по додавање на порција од секоја количина на киселина измери ја и забележи ја вредноста за рН.

Проба 3. Во лабораториска чаша стави 18 mL дестилирана вода и додај во порции (0,5; 1;1,5;2 и 2,5 mL) од 2 mol/L раствор на NaOH, а по додавање на порција од секоја количина на киселина измери ја и забележи ја вредноста за рН.

Експеримент бр.2. Определување на рН вредност на амонијачен пуфер пред и по додавање на јака база, односно јака киселина

Задача: Изработи 250 mL амонијачен пуфер со рН вредност 10 користејќи 0,2 M раствор на амониум хидроксид и 0,2 M раствор на амониум хлорид.

Постапка.

Проба 1.

Проба 2. Во лабораториска чаша стави 9 mL од растворот на пуферот и додај во порции (0,5; 1;1,5;2 и 2,5 mL) од 2 mol/L раствор на HCl, а по додавање на порција од секоја количина на киселина измери ја и забележи ја вредноста за рН. Во истиот пуферски раствор, по додавање на последната порција на HCl до постигнување на количина од 2,5 mL, додај дополнителни 8 mL на 2 mol/L раствор на HCl, измери и забележи ја рН вредноста.

Проба 3. Во лабораториска чаша стави 18 mL дестилирана вода и додај во порции (0,5; 1;1,5;2 и 2,5 mL) од 2 mol/L раствор на NaOH, а по додавање на порција од секоја количина на киселина измери и забележи ја вредноста за рН.

Експеримент бр.2. Определување на рН вредност на ацетатен пуфер пред и по додавање на јака база, односно јака киселина

Задача: Направи 250 mL ацетатен пуфер со рН вредност 5 користејќи 0,2 M раствор на оцетна киселина и 0,2 M раствор на натриум ацетат.

Постапка.

Проба 1.

Проба 2. Во лабораториска чаша стави 9 mL од растворот на пуферот и додај во порции (0,5; 1;1,5;2 и 2,5 mL) од 2 mol/L раствор на HCl, а по додавање на порција од секоја количина на киселина измери и забележи ја вредноста за рН.

Проба 3. Во лабораториска чаша стави 18 mL дестилирана вода и додај во порции (0,5; 1; 1,5; 2 и 2,5 mL) од 2 mol/L раствор на NaOH, а по додавање на порција од секоја количина на киселина измери и забележи ја вредноста за pH.

Задача:

1. Прикажи ги во табела измерените pH вредности за испитуваните раствори. Зошто се разликуваат промените на pH вредноста на водата и пуферските раствори по додавање на иста количина на јака база и јака киселина.
2. Напиши ги равенките на хемиските реакции што настануваат при додавање на HCl и NaOH на растворот на пуфер што се состои од натриум хидроген фосфат и натриум дихидроген фосфат.

Постапка.

Проба 1. Наполни ја епруветата со 3 mL на заситен раствор на калиум нитрат и во неа дополнително се додава мала количина на калиум нитрат. Загревај ја епруветата на водена бања и забележи ги промените.

Проба 2. Наполни ја епруветата со 3 mL на заситен раствор на натриум хлорид и во неа дополнително се додава мала количина на натриум хлорид. Загревај ја епруветата на водена бања и забележи ги промените.

Проба 2. Наполни ја епруветата со 3 mL на заситен раствор на калциум ацетат и во неа дополнително се додава мала количина на калциум ацетат. Загревај ја епруветата на водена бања и забележи ги промените.

Задача. Врз основа на промените на температурата на растворите, како и нивното однесување при загревање да се наведат топлинските ефекти на растворање на супстанциите.

Експеримент бр. 2. Зависност на растворливоста на цврстите супстанции од температура

Прибор и реагенси: дестилирана вода, калиум нитрат, 6 епрувети, термометар, водена бања

Постапка

Измери 8 g од калиум нитрат и префрли ја содржината во епрувета која содржи 5 mL дестилирана вода.

Загревај го растворот на водена бања до потполно растворање на цврстата супстанца.

Разлади го растворот до собна температура и притоа забележи ја температурата на која се појавуваат првите кристали.

Во истата епрувета додај 5 mL вода и повтори ја горенаведената постапка на загревање и следење на појава на прекристализација на цврстата супстанца.

Горенаведената постапка повтори ја поединечно уште два пати со додавање на 5 mL вода.

Задача

1. Претстави ја графички зависноста на растворливоста на калиум нитрат од температура според добиените експериментални резултати од мерење на температура. На апцисата нанеси ги вредностите за температура изразени во келвини, а на ординатата вредноста за коефициентот на растворливост (g на растворлива супстанца во 100 mL вода)
2. Определи го коефициентот на растворливост на калиум хлорид на 25 °C ако за заситување на 25g вода на оваа температура се потребни 8,75g KCl.

Лабораториски извештај

Вежба бр.		
Студент	бр. на Индекс	гр.

Нацртај го лабораторискиот прибор користен во текот на вежбата. На цртежот е потребно да се назначат главните делови од апаратурата користена во текот на вежбата.

Напиши ги сите промени што се јавуваат во текот на процесот, а кои вие ги сметате за важни. Пример: Со мешање на растор А и Б настанува жолт талог. Со додавање на растоворот В се појавуваат меурчиња и талогот целосно се раствара.

Објасни го целосно експериментот – со посебен осврт на хемиските реакции

Пресметки и резултати:

Заклучок

Изработил бр.	работно место
Асс.	Освоени поени